

Äänievakuointijärjestelmän suunnittelu ja kehitystyö

Juha Konttinen

Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalojen opinnäytetyö
Teknologiaosaamisen johtaminen
Tekniikka
Insinööri (YAMK)

2014

Tekniikan yksikkö
Teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä	Juha Konttinen	Vuosi	2014
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Sähkö ja Data Harjula Oy		
Työn nimi	Äänievakuointijärjestelmän suunnittelu ja kehitystyö		
Sivu- ja liitemäärä	58 + 3		

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä suunnitelma Lapin keskussairaalaan hankittavasta äänievakuointijärjestelmästä. Työn alussa perehdyttiin äänievakuointijärjestelmien standardeihin ja vaatimuksiin sekä äänievakuointijärjestelmien laitteiden teknisiin ominaisuuksiin.

Työ toteutettiin tapaustutkimuksena ja konstruktiiivisella tutkimusotteella. Äänievakuointijärjestelmän suunnittelun lähtökohtana oli tarveselvitys, joka toteutettiin kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmillä. Aineiston kerääminen toteutettiin sairaalan henkilökunnan kanssa pidetyissä palaverissa ja katselmuksissa. Tarveselvityksen perusteella määriteltiin järjestelmän tarkoitus, laajuus ja tekniset tavoitteet.

Varsinainen suunnittelutyö aloitettiin määrittelemällä järjestelmän rakenne lohkokaaaviotasolla, jonka perusteella päädyttiin kahden keskuslaitteen ratkaisuun. Keskuslaitteiden välinen tiedonsiirto ja kriittisimmät kuulutuskojeet päätettiin varmistaa kahdennetulla kuitukaapeloinnilla. Kaiutinlinjat suunniteltiin myös kahdennettuina, jotta mahdollinen kaapelivika ei aiheuttaisi peittoalueen menetystä kuulutusalueella. Äänievakuointijärjestelmän toiminta yleisäänentoistojärjestelmänä tuli myös ottaa suunnittelussa huomioon.

Työn loppuosassa äänievakuointijärjestelmälle tehtiin tapahtumapuuanalyysiin perustuva riskianalyysi, jossa tarkasteltiin sähkönsyöttöhäiriön ja tiedonsiirto-kaapelin vikaantumisen vaikutuksia järjestelmän toimintaan. Käsiteltiin myös äänievakuointijärjestelmän kunnossapitoa ja siihen mahdollisesti liittyviä ongelmia sekä pohdittiin miten järjestelmää tulisi kehittää tulevissa peruskorjaus ja laajennusprojekteissa.

Technology
Technology Competence Manage-
ment

Author	Juha Konttinen	Year	2014
Supervisor	Jaakko Etto MSc (Tech.)		
Commissioned by	Sähkö ja Data Harjula Oy		
Subject of thesis	Design and Development of Voice Evacuation System		
Number of pages	58 + 3		

The aim of this master thesis was to design a voice evacuation system for Lapland Central Hospital. In the beginning the work focuses on the standards and requirements of voice evacuation systems and the device capabilities of voice evacuation systems.

The work was carried out as a case study and constructive research method. Voice evacuation system design was based on the survey, which was based on a conducted qualitative research method. Data collection was carried out at the meetings held with hospital staff. The survey was defined based on the purpose, scope and technical objectives.

The actual design work began by defining the structure of the system block diagram level, which resulted in the two central device solutions. The communication between the central equipment and the most critical call stations was decided to be ensured with a duplicated fiber optic cable. The loudspeaker lines were also designed duplicated, so that any cable failure does not result in any losses of the coverage area. The function of the voice evacuation system as a public address system was also taken into account in the design.

In the final parts of the work the voice evacuation system was analyzed by fault tree risk analysis, which examined the power supply failure and the failure of the communication cable. It also dealt with the voice evacuation system maintenance and discussed how the system should be developed for future renovation and expansion projects.

Key words

audio, voice evacuation, risk analysis, maintenance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	9
2.1	Tapaustutkimus	9
2.2	Konstruktiiivinen tutkimus	9
2.3	Kvalitatiivinen tutkimus.....	10
2.4	Tutkimuksen toteutus.....	11
3	ÄÄNENTOISTOJÄRJESTELMÄT.....	13
3.1	Yleisäänentoistojärjestelmät	13
3.1.1	Perusteita	13
3.1.2	Yleisäänentoistojärjestelmän rakenne.....	14
3.2	Äänihälytysjärjestelmät	16
4	ÄÄNIEVAKUOINTISTANDARDIT	18
4.1	Standardi SFS-EN 60849	18
4.1.1	Yleiset järjestelmävaatimukset	18
4.1.2	Järjestelmän tekniset vaatimukset.....	20
4.1.3	Asennusvaatimukset	21
4.1.4	Järjestelmän ylläpito.....	22
4.2	Standardi SFS-EN 54 - 16	23
4.2.1	Yleiset järjestelmävaatimukset	23
4.2.2	Näyttö ja toimintatilat	24
4.2.3	Äänievakuointitila	24
4.2.4	Vikailmoitustila.....	25
4.3	SFS-EN 54 - 4	26
4.4	SFS-EN 54 - 24	27
5	TARVESELVITYS.....	29
5.1	Hankkeen tarpeellisuus.....	29
5.2	Äänentoistojärjestelmän nykyinen tilanne	29
5.3	Tarveselvitys käyttäjän näkökulmasta	30
5.3.1	Peruslähtökohdat	30
5.3.2	Järjestelmän laajuus.....	30
5.3.3	Kuulutukset ja ohjelma-alueet	31
6	ÄÄNIEVAKUOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	32

6.1	Äänievakuointijärjestelmän rakenne	33
6.2	Keskuslaitteet	34
6.2.1	Keskusyksikkö.....	34
6.2.2	Vahvistimet.....	36
6.2.3	Varatehonlähde.....	39
6.3	Kuulutuskojeet	40
6.3.1	Pääkuulutuskoje.....	40
6.3.2	Palokunnan kuulutuskoje	41
6.4	Kaapelointi.....	41
6.5	Kaiuttimet.....	42
7	RISKIANALYYSI.....	46
7.1	Perusteita.....	46
7.2	Tapahtumapuuanalyysi.....	46
7.3	Riskianalyysi äänievakuointijärjestelmälle Lapin keskussairaalassa ...	47
8	KUNNOSSAPITO	51
9	ÄÄNIEVAKUOINTIJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN	53
10	POHDINTA	55
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	58

ALKUSANAT

Tahdon kiittää tämän opinnäytetyön aiheesta Sähkö ja Data Harjula Oy:n Veijo Harjulaa. Työn tarkoituksena on ollut kehittää sekä omaa että yrityksen osaamista äänievakuointijärjestelmien suunnittelussa. Osoitan kiitokset myös työn valvojalle DI Jaakko Etolle, jolta sain ohjausta ja palautetta työn edistyessä.

15.12.2014 Juha Konttinen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

VPN	virtuaalinen erillisverkko
LYHKI	lyhytkirurgian osasto.

1 JOHDANTO

Äänievakuointijärjestelmä on paloilmoittimeen yhdistetty kuulutusjärjestelmä, jonka tarkoitus on tuottaa ymmärrettäviä varoituksia ja toimintaohjeita henkilöille, jotka ovat sellaisen rakennuksen sisällä tai läheisyydessä, jossa on annettu palohälytys.

Äänievakuointijärjestelmien hyödyt ovat Suomessa olleet jo pitkään tiedossa ja järjestelmiä on asennettu rakennuksiin kiitettävä määrä. Ensisijainen peruste äänievakuointijärjestelmän käyttöön on vähentää aikaa, joka kuluu riskialueilla olevien henkilöiden havaintoon hätätilanteen synnystä ja antaa tilanteessa selkeät toimintaohjeet. Menetelmää voidaan pitää parempana, kuin korvinkuultavan hälytyslaitteen antaman varoitussignaalin toistamisen.

Ristiriitaiset äänievakuointistandardit ovat aiheuttaneet jonkin verran päänvaivaa tulkittaessa määräyksiä ja vaatimuksia. Tällä hetkellä voimassa on yksi järjestelmästandardi SFS-EN 60849 ja kolme laitestandardia, SFS-EN 54 - 16, 54 - 4 ja 54 - 24. Suunniteltaessa tai toteutettaessa äänievakuointilaitteistoa, tulee tietää mitä standardia noudatetaan missäkin osassa järjestelmää.

Työssä on tarkoitus tehdä suunnitelma Lapin keskussairaalaan hankittavalle äänievakuointijärjestelmälle. Suunnittelun lähtökohdat selvitetään kvalitatiiviseen tutkimukseen pohjautuvalla tarveselvityksellä, jossa käydään läpi käyttäjien tarpeet sekä määritellään tekninen tavoitetaso ja laajuus hankittavalle järjestelmälle. Järjestelmän kriittisimmille osille tehdään riskianalyysi tapahtumapuuanalyysia käyttäen, jotta mahdolliset riskialttiit vikapaikat saataisiin selville. Työssä perehdytään myös äänievakuointijärjestelmän kunnossapitoon ja siihen mahdollisesti liittyviin ongelmiin sekä pohditaan, miten järjestelmän laajentaminen Lapin keskussairaalassa tulisi toteuttaa tulevilla hankkeilla.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tapaustutkimus

Tämä opinnäytetyö on Case - eli tapaustutkimus, jossa tarkastellaan Lapin keskussairaalaan hankittavan äänievakuointijärjestelmän suunnittelua ja kehitystyötä. Tapaustutkimus soveltuu hyvin kehittämistyön lähestymistavaksi, kun halutaan syvällisesti ymmärtää kehittämisen kohdetta ja tuottaa uusia kehittämisehdotuksia. Tapaustutkimuksessa tutkimuksen kohteita on usein vain yksi. Tutkittava tapaus voi olla esimerkiksi yksilö, ihmisryhmä, organisaatio, tapahtuma, toiminto, prosessi tai maantieteellinen alue. Tapaustutkimus voi myös kohdistua useampaan kuin yhteen aiheeseen. Oleellista on, että kohde ymmärretään tietynä kokonaisuutena. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2009, 53.)

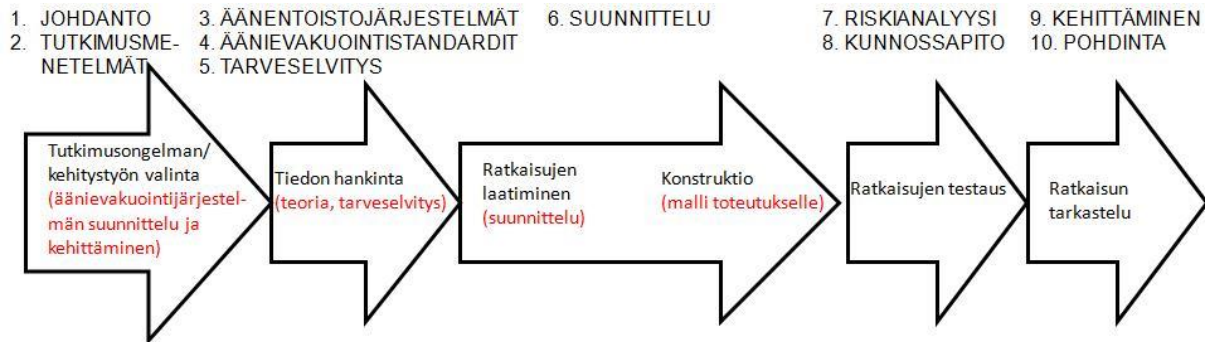
Tapaustutkimuksen tyypillisin piirre on, että monenlaisia menetelmiä käyttämällä saadaan syvälinen, monipuolinen ja kokonaisvaltainen kuva tutkittavasta tapauksesta. Tapaustutkimusta on mahdollista tehdä määrällisin ja laadullisin menetelmin, tai niiden yhdistelmällä. Aineistoa kerätään useita metodeja käyttäen, kuten havainnoimalla, haastatteluin, ja dokumentteja tutkien. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 164; Ojasalo ym. 2009, 55.)

2.2 Konstruktiivinen tutkimus

Tämä opinnäytetyö on toteutettu konstruktiivisena tutkimuksena, joka on yksi tapa case-tutkimuksen suorittamiseen. (Metodix 2014). Konstruktiivisessa tutkimuksessa tavoitteena on käytännön ongelman ratkaisu luomalla uusi konstruktio eli jokin konkreettinen tuotos, esimerkiksi tuote, tietojärjestelmä, ohje tai käsikirja, malli, menetelmä tai suunnitelma. Konstruktiivisessa tutkimuksessa muutos kohdistuu siis johonkin konkreettiseen kohteeseen. (Ojasalo ym. 2009, 65.)

Konstruktiivisen tutkimuksen prosessi lähtee liikkeelle tutkimusongelman, tai kehitystehtävän valinnasta. (Ojasalo 2009, 67). Tässä työssä on tarkoitus luoda

suunnitelma äänievakuointijärjestelmän hankkimiseksi ja kehittää malli järjestelmän laajentumiselle tulevaisuudessa. Kuviossa 1 nähdään tämän opinnäytetyön konstruktivisen tutkimuksen vaiheet.



Kuvio 1. Konstruktivisen tutkimuksen prosessi

2.3 Kvalitatiivinen tutkimus

Tutkimusaineiston hankintaan käytettiin kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmiä. Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, jossa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiivisen tutkimuksen parina pidetään määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusta, joka perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla. Karkeasti voidaan sanoa, että kvalitatiivinen tutkimus on aineiston ja analyysin ei-numeraalinen kuvauspa, kun taas määrälliseen tutkimukseen kuuluu aina numeraalinen havaintomatriisi, johon aineisto kohdistuu. (Jyväskylän yliopisto 2014; Tilastokeskus 2014.)

Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä:

1. Tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedonhankintaa ja aineisto kootaan todellisissa tilanteissa.
2. Suositaan ihmisiä tiedonkeruun instrumenttina. Tutkija luottaa enemmän omiin havaintoihin ja keskusteluihin, kuin esimerkiksi pelkkään kynäpaperi-testiin. Apuna täydentävän tiedon hankinnassa monet tutkijat käyttävät myös lomakkeita ja testejä.

3. Käytetään induktiivista analyysia, jossa tutkijan on määrä paljastaa odottamattomia seikkoja. Sen vuoksi lähtökohtana ei ole teorian tai olettamuksen testaaminen vaan aineiston monitahoinen tarkastelu. Sitä, mikä on tärkeää, ei määrää tutkija.
4. Laadullisten metodien käyttö aineiston hankinnassa. Suositaan metodeja, joissa tutkittavien näkökulmat ja ”ääni” pääsevät esille. Metodeja ovat teemahaastattelu, osallistuva havainnointi, ryhmähaastattelut ja erilaisten dokumenttien ja tekstien analyysit.
5. Valitaan kohdejoukko tarkoituksenmukaisesti, ei satunnaisotoksen menetelmää käyttäen.
6. Tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä. Tutkimus toteutetaan joustavasti ja suunnitelmia muutetaan olosuhteiden mukaisesti.
7. Käsitellään tapauksia ainutlaatuisina ja tulkitaan aineistoa sen mukaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 164.)

Kvalitatiivista tutkimusta voidaan toteuttaa monella erilaisella menetelmällä. Näissä menetelmissä yhteisenä piirteenä korostuu muun muassa kohteen esiintymisympäristöön ja taustaan, kohteen tarkoitukseen ja merkitykseen, ilmaisuun ja kieleen liittyvät näkökulmat. Erityisen hyödyllinen kvalitatiivinen tutkimus on, kun tarvitaan tietoa asioista, joita ei tunneta tai tiedetä erityisen hyvin tai kun kyse on monimutkaisista prosesseista, esimerkiksi valintapäätökseen johtavista tekijöistä. (Jyväskylän yliopisto 2014.)

2.4 Tutkimuksen toteutus

Työhön tarvittavan aineiston kerääminen aloitettiin tarveselvityksellä, joka toteutettiin sairaalan henkilökunnan kanssa käydyissä palaverissa ja katselmuksissa. Palaverien kulku noudatti liitteessä 1 nähtävää tarveselvityksen pohjaksi tehtyä dokumenttirunkoa, johon käydyt asiat kirjattiin ylös. Joskus oli tarpeen tehdä katselmus johonkin rakennuksen osaan tai laitteistoon, jotta tarvittavat asiat saatiin selvitettyä.

Tiedonkeruun tärkeimpänä instrumenttina pidin hankkeessa mukana olleiden ihmisten kanssa käytyjä keskusteluja. Palaverin loppupuolella oli yleensä vapaampaa keskustelua, mistä poikikin monta uutta asiaa, joita ei ollut osattu edes ajatella. Tarveselvityksessä käytettiin myös induktiivisen analyysin menetelmiä, jotta nähtäisiin, mikä tässä hankkeessa on tärkeintä ja miten asiakas reagoi erilaisiin ehdotuksiin.

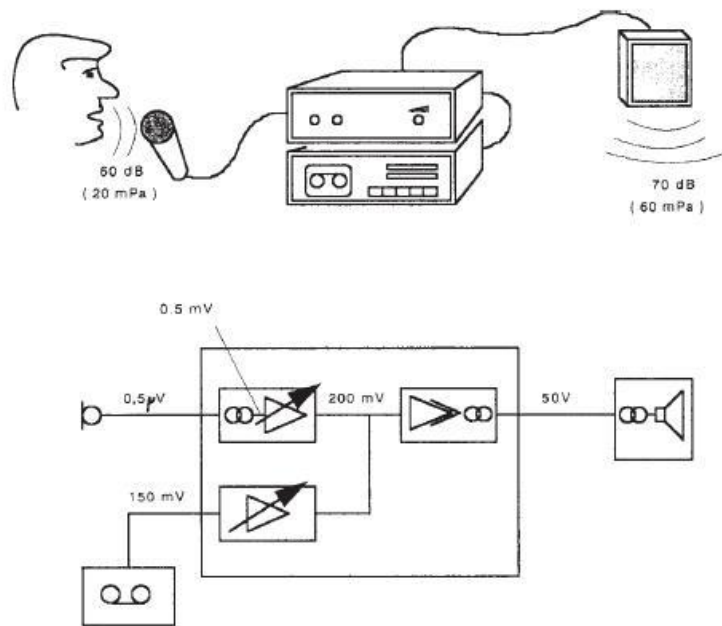
3 ÄÄNENTOISTOJÄRJESTELMÄT

3.1 Yleisäänentoistojärjestelmät

Yleisäänentoistojärjestelmiä (public address) eli vanhanaikaisesti keskusradiojärjestelmiä käytetään julkisissa tiloissa ääniohjelmien ja kuulutusten välittämiseen. Tavallisia yleisäänentoistojärjestelmän käyttäjiä ovat mm. koulut, myymälät, ravintolat, hotellit, uimahallit, rautatie- ja lentoasemat, kauppakeskukset, sairaalat sekä tehtaat ja toimistorakennukset, joissa halutaan lisätä kävijöiden viihtyvyyttä taustamusiikilla, välittää äänimainoksia tai parantaa turvallisuutta automaattisilla hälytysviesteillä ja kuulutuksilla. (ST-Käsikirja 19 2004, 25.)

3.1.1 Perusteita

Ääni siirtyy joko akustisesti väliaineessa tai sähköisesti kaapeleissa ja elektronikkapiireissä. Jos ääntä halutaan sähköisesti vahvistaa, on se ensin muutettava sähköiseen muotoon mikrofonilla, otettava lisäenergia esimerkiksi sähköverkosta ja muutettava sähköinen signaali takaisin akustiseksi ääneksi kaiuttimella. Kuviossa 2 nähdään tyypillinen äänensiirtoketju, jossa ihmisen puhe muutetaan sähköiseksi signaaliksi, joka vahvistetaan ja johdetaan kaiuttimeen. (ST-Käsikirja 19 2004, 26.)

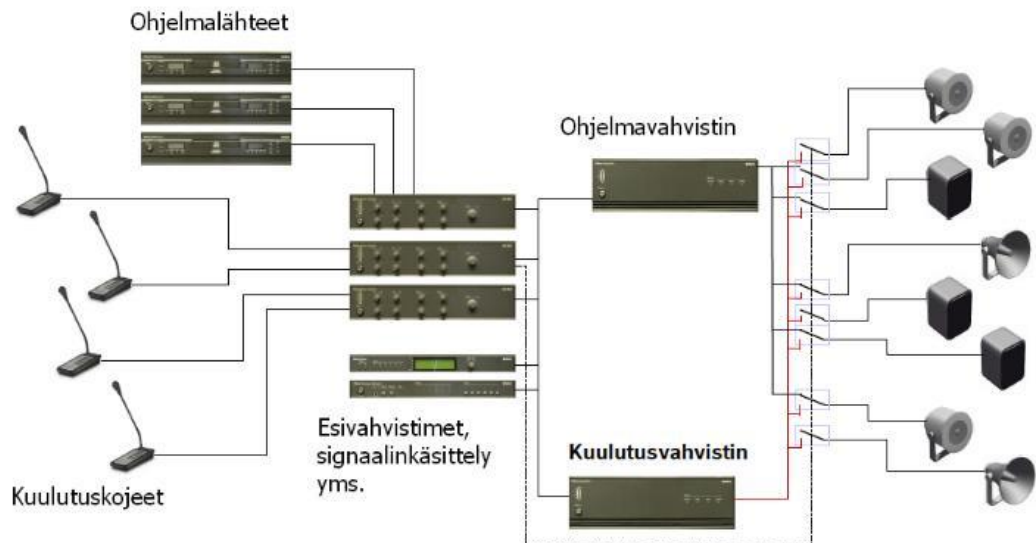


Kuvio 2. Tyypillinen äänensiirtoketju (ST-Käsikirja 19 2004, 26.)

3.1.2 Yleisäänentoistojärjestelmän rakenne

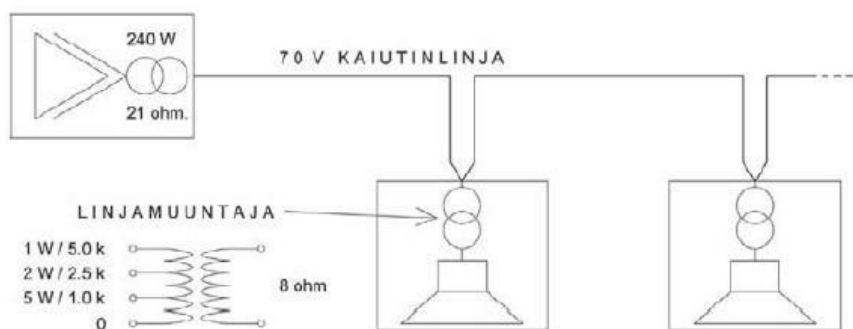
Perinteisen yleisäänentoistojärjestelmän keskus koostuu ohjelmanlähteistä, esivahvistimista ja mikseristä, jotka kootaan yhteiseen laitetelineeseen, taikka kaappiin. Tätä kokonaisuutta kutsutaan yleensä vahvistinkeskukseksi. Äänisignaalien jakelu rakennukseen toteutetaan voimakkuussäätimien, ohjelmanvalitsimien ja kaiutinverkoston kautta.

Kuviossa 3 nähdään analogisen yleisäänentoistojärjestelmän puumainen rakenne, jossa vahvistetut äänisignaalit ovat hajautettu oksamaisesti pitkin rakennusta. Kuulutuskajoilla ja ohjelmanlähteillä tuotetaan sisältöä järjestelmään, jota jaetaan signaalien käsittelyn ja vahvistimien kautta kaiuttimille. Ohjelmalle ja kuulutuksille on omat vahvistimensa. Kuulutusvahvistin yleensä ohittaa muut vahvistimet ja ohjelmat kuulutuksien ajaksi. Tätä kutsutaan "pakkosyötöksi".



Kuvio 3. Analogisen yleisäänentoistojärjestelmän puumainen rakenne (Tommi Portin 2014, 5.)

Tehovahvistimina yleisäänentoistojärjestelmissä käytetään lähes poikkeuksetta 70 voltin lähtömuuntajalla varustettuja vahvistimia. 70 voltin kaiutinlinjoihin liitettävissä kaiuttimissa on alennusmuuntaja, jolla linjajännite saadaan normaalille 8 ohmin kaiuttimelementille sopivaksi. Kaiuttimien muuntajissa on yleensä väliulosottoja, joiden avulla kaiuttimelle voidaan valita eri teho, joko suuremman äänenpaineen saavuttamiseksi tai useamman kaiuttimen kytkemiseksi kaiutinlinjaan. Kuviossa 4 on esitetty 70 voltin kaiutinlinjan periaate ja tyypilliset impedanssit. (ST-Käsikirja 19 2004, 28, 29.)

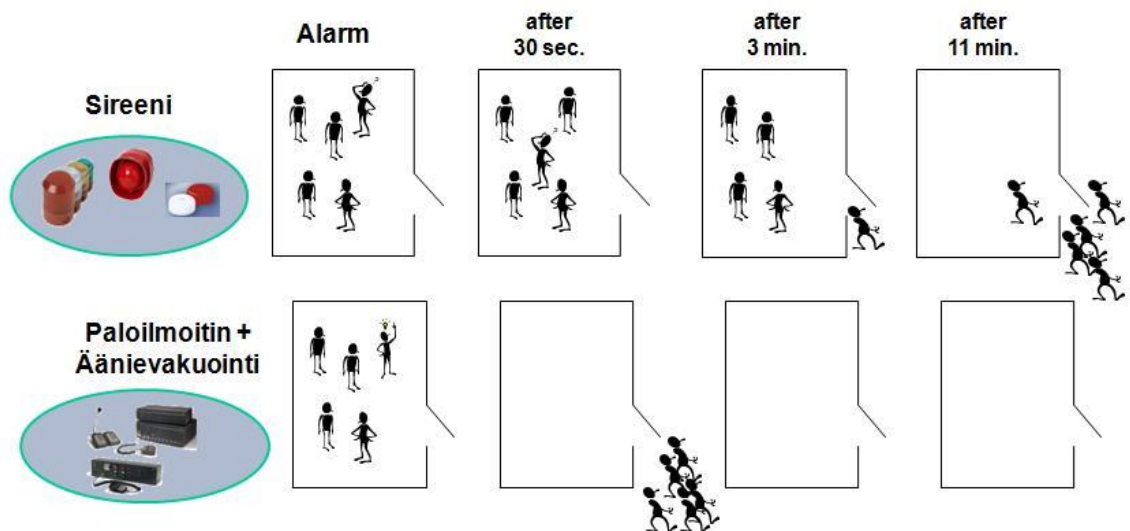


Kuvio 4. 70 voltin kaiutinlinjan periaate ja tyypilliset kytkennät (ST-Käsikirja 19 2004, 30.)

3.2 Äänihälytysjärjestelmät

Äänihälytysjärjestelmät ovat ensisijaisesti tarkoitettu jakamaan tietoa ihmishenkien suojelemiseksi yhdellä tai useammalla määrätyllä alueella hätätilanteissa. Äänihälytysjärjestelmällä korvataan palokellot ja sireenit selkeällä puheviestillä äänentoistojärjestelmän kautta. Ennalta nauhoitettu selkeä ohjeistava viesti nopeuttaa ihmisten opastuksessa hätätilanteen sattuessa. (ST-Käsikirja 19 2004, 30.)

Kuviossa 5 on hieman karrikoiden havainnollistettu hälytyssireenin ja äänihälytysjärjestelmän erot evakuointitilanteessa. Hälytyssireenin soidessa ihmiset miettivät, mitä hälytys koskee ja alkavat pikkuhiljaa kulkeutua rakennuksesta ulos, kun taas äänihälytysjärjestelmällä evakuointi voidaan toteuttaa nopeasti ja hallitusti.



Kuvio 5. Nopea ja hallittu evakuointi hätätilanteiden yhteydessä (Tommi Portin 2014, 9.)

Äänihälytysjärjestelmä koostuu pääosin samoista komponenteista, kuin yleisäänentoistojärjestelmäkin, mutta sen toiminnoille hätätilanteessa on asetettu vaatimuksia mm. varavoimanlähteelle, automaattiselle vikavalvonnalle, ennalta

tallennetuille hätäviesteille, huollolle ja dokumentoinnille. (ST-Käsikirja 19 2004, 31, 32, 34.)

4 ÄÄNIEVAKUOINTISTANDARDIT

Äänievakuointijärjestelmien suunnittelua ja toteuttamista ohjaa standardikoelma SFS-EN 60849, SFS-EN 54 - 16, EN 54 - 4 ja EN 54 - 24. SFS-EN 60849 on järjestelmästandardi, jota sovelletaan, kun äänentoistojärjestelmää käytetään tehostamaan ihmisten nopeaa ja järjestelmällistä siirtymistä sisä- ja ulkotiloissa hätätilanteissa. SFS-EN 54 - 16, EN 54 - 4 ja EN 54 - 24 ovat laitestandardeja, jotka koskevat vain laitevalmistajia. Jos äänievakuointijärjestelmä liittyy paloilmoittimeen, tulee laitteiston täyttää standardien EN 54 - 16, EN 54 - 4 ja EN 54 - 24 vaatimukset.

4.1 Standardi SFS-EN 60849

Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön standardi EN-608499 on jo kerran kumottu ristiriitaisena standardina EN 54 - 16:n kanssa, mutta palautettu voimaan koskien itsenäisiä äänihälytysjärjestelmiä, jotka eivät liity paloilmoitinjärjestelmään. Standardista on tulossa uusi korvaava versio SFS-EN 50849, joka on tällä hetkellä lausuntokierroksella.

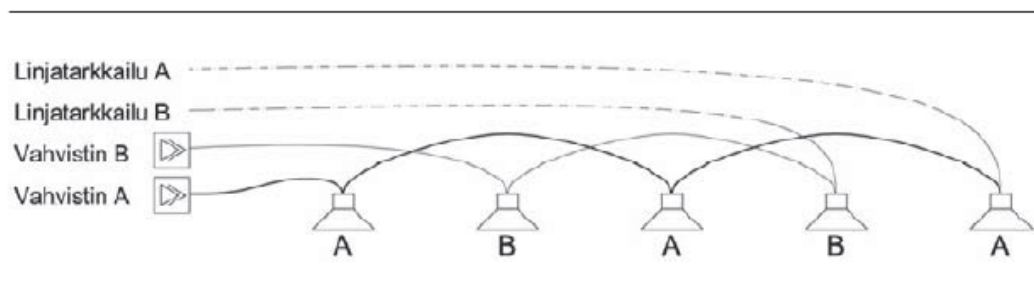
Standardin tarkoituksena on määritellä suorituskyyvaatimukset äänijärjestelmille, jotka on ensisijaisesti tarkoitettu jakamaan tietoa ihmishenkien suojelemiseksi yhdellä tai useammalla määrätyllä alueella hätätilanteissa. (SFS-EN 60849 1998, 8). Standardissa on myös vaatimukset äänen kuuluvuudelle ja ymmärrettävyydelle, johon standardissa SFS-EN 54 ei viitata ollenkaan.

4.1.1 Yleiset järjestelmävaatimukset

Hätätilanteissa äänijärjestelmän tulee heti poistaa käytöstä kaikki toiminnot, jotka eivät liity evakuointiin, kuten musiikin tai viihteen toisto. Järjestelmän tulee kyetä lähettämään huomiota herättävä signaali ja puheviestejä yhdelle tai useammalle alueelle samanaikaisesti. Tätä tarkoitusta varten on oltava ainakin yksi tarkoituksenmukainen huomion herättävä signaali, joka vuorottelee yhden tai useamman puheviestin kanssa. (SFS-EN 60849 1998, 12.)

Järjestelmän käyttäjän tulee voida joka hetki vastaanottaa tarkkailujärjestelmän avulla tietoja hätätilannejärjestelmän tai sen merkityksellisten osien oikeasta toiminnasta. Automaattinen tilanosoitus vaaditaan järjestelmän käyttövalmiudesta, käyttöjännitteen saatavuudesta, kaikista vikatilanteista ja järjestelmän toimintatilasta. (SFS-EN 60849 1998, 12, 16.)

Yksittäisen vahvistimen tai kaiutinkaapeloinnin vikaantuminen ei saa aiheuttaa kyseisen kaiutinryhmän peittoalueen menettämistä kokonaan. (SFS-EN 60849 1998, 12). Jotta yksittäisen vahvistimen tai kaiutinkaapeloinnin vikaantuminen ei aiheuttaisi kyseisen kaiutinryhmän peittoalueen menettämistä kokonaan, on kaiutinjärjestelmä kahdennettava kuvion 6 mukaisesti. Joka toinen kaiutin saa syöttönsä eri vahvistimelta, jolloin yhden vahvistimen tai kaiutinlinjan vioittuminen ei mykistä koko järjestelmää. Kunkin kaiutinlinjan viimeiseltä kaiuttimelta tuodaan tarkkailusignaali takaisin vahvistinkeskukselle, jossa signaalin tason muuttuminen ilmaisee linjavian.



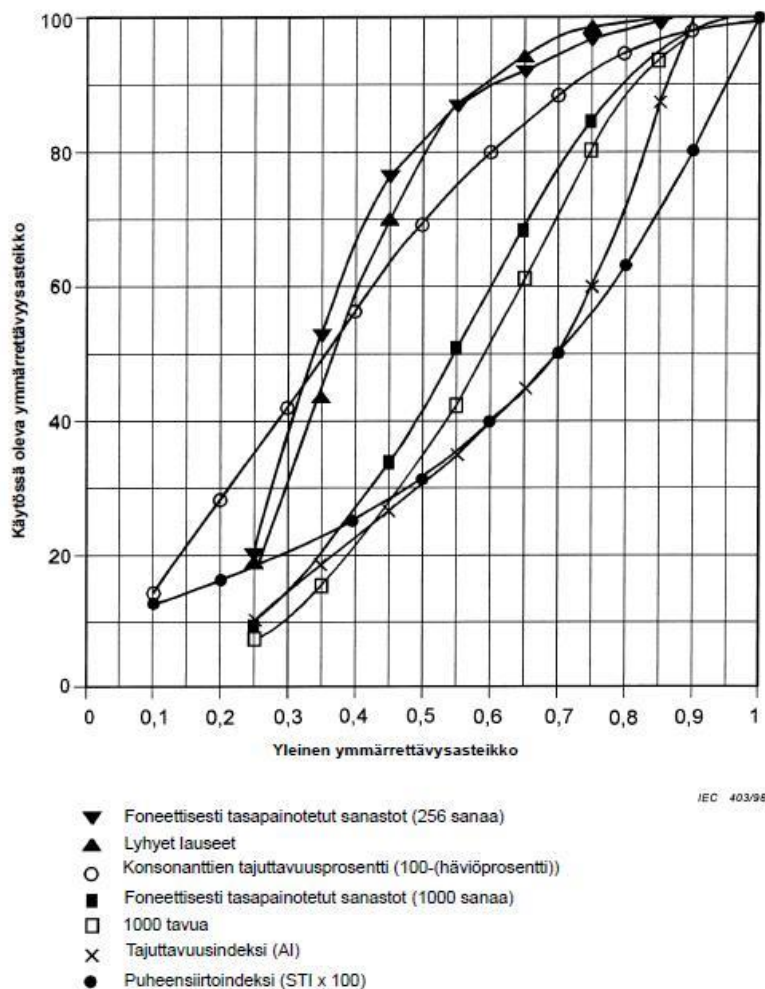
Kuvio 6. Kahdennetun kaiutinlinjajärjestelmän periaate (ST-Käsikirja 19 2004, 31.)

Äänievakuointiviestien tulee olla selkeitä, yksiselitteisiä ja mahdollisimman pitkälle ennalta suunniteltuja. Kun äänitettyjä viestejä käytetään, ne tulee säilyttää katoamattomassa muodossa, mieluiten sähköisessä talletusmuodossa, esimerkiksi flash-muistikortilla. Järjestelmän tulee olla suunniteltu niin, ettei ulkopuolinen lähde pääse turmelemaan tai sekoittamaan tallennettua sisältöä. (SFS-EN 60849 1998, 12.)

Järjestelmälle täytyy nimetä vastuuhenkilö, joka on vastuussa siitä, että järjestelmää ylläpidetään ja korjataan oikein siten, että se toimii tarkoitetulla tavalla. Vastuuhenkilön tulee olla tunnistettavissa nimen tai työnimikkeen mukaan. (SFS-EN 60849 1998, 12.)

4.1.2 Järjestelmän tekniset vaatimukset

Evakuointiviestien puheen ymmärrettävyys koko peittoalueella tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin 0,7 normaalilla puheen ymmärrettävyysasteikolla (CIS). Kuviossa 7 on esitetty muunnos käytettävien ymmärrettävyysasteikoiden ja yleisen ymmärrettävyysasteikon (CIS) välillä. (SFS-EN 60849 1998, 16.)



Kuva 7. Muunnos käytettävien ymmärrettävyysasteikoiden ja yleisen ymmärrettävyysasteikon (CIS) välillä (SFS-EN 60849 1998, 34.)

Äänievakuointilaitteistossa tulee olla automaattinen vikavalvonta, joka antaa selkeän ilmoituksen, jos järjestelmän keskuslaitteistoon tai kaiutinverkostoon tulee vika. (SFS-EN 60849 1998, 18.)

Turvajärjestelmän, esimerkiksi paloilmoitinjärjestelmän ja äänihälytysjärjestelmän tiedonsiirtoyhteyttä tulee valvoa jatkuvasti mahdollisten vikojen varalta. Valvontalaitteen tulee antaa kuultava ja näkyvä ilmoitus viasta kahden järjestelmän välillä. Äänihälytysjärjestelmän tulee kyetä jatkamaan turvajärjestelmän käynnistämien hätäviestien kuuluttamista myös tilanteessa, jossa kahden järjestelmän välisessä yhteydessä on peräkkäisiä vikatilanteita. (SFS-EN 60849 1998, 20.)

Hätätilanteissa äänihälytysjärjestelmällä tulee olla toissijainen tehonlähde. Toissijainen tehonlähde koostuu yleensä akustosta. Toissijaisen tehonlähteen tulee kytkeytyä automaattisesti ensisijaisen tehonlähteen vikaantuessa ja sen kapasiteetin on oltava riittävä tuottamaan järjestelmän teho 30 minuutin ajaksi. Järjestelmän muut toiminnot, kuten taustamusiikki, eivät saa käyttää toissijaista tehonlähdettä, jos tämä vähentää sen kapasiteettia hätätilassa. (SFS-EN 60849 1998, 20.)

4.1.3 Asennusvaatimukset

Jos äänihälytysjärjestelmä yhdistetään osaksi turvallisuustekniikan järjestelmää, tulee kaapeloinnin täyttää pakolliset kansalliset tai paikalliset turvallisuustekniikan järjestelmiä koskevat standardit. Yhdistettäessä äänihälytysjärjestelmä turvallisuustekniikan järjestelmän yhteyteen, tulee sen asennuksen vastata turvallisuustekniikan standardeja niin paljon kuin mahdollista. Jos tehdään lisäyksiä ja/tai muutoksia olemassa olevaan järjestelmään, joka ei ole standardien mukainen, tulee järjestelmä mahdollisesti päivittää vastaamaan tätä standardia. (SFS-EN 60849 1998, 22, 24.)

4.1.4 Järjestelmän ylläpito

Järjestelmän käyttöohjeiden tulee olla nopeasti saatavilla ja selvästi näkyvillä kussakin valvontapisteessä. Käyttöohjeissa tulee pyrkiä tekstin sijaan käyttämään graafisia esityksiä niin paljon kuin mahdollista. Käyttöohjeiden päivittäminen tulee suorittaa, jos järjestelmään tehdään lisäyksiä tai muutoksia. (SFS-EN 60849 1998, 24.)

Äänievakuointijärjestelmän ylläpitäjän tulee huolehtia järjestelmää koskevasta kirjanpidosta kansainvälisien standardien mukaisesti. Kirjanpidosta tulee ilmetä kaikkien laitteiden yksityiskohtaiset sijaintitiedot, säädettävien laitteiden asetukset ja tehdyt mittaukset. (SFS-EN 60849 1998, 24.)

On pidettävä myös kovakantista lokikirjaa, johon merkitään kaikki järjestelmän käyttö- ja vikatilanteet, sekä kaikki saatavilla olevat automaattisesti tuotetut talenteet, mukaan lukien: järjestelmän käyttöpäivämäärät ja ajat

- 1) yksityiskohtaiset tiedot suoritetuista testeistä ja rutiinitarkistuksista
- 2) kaikkien vikatilanteiden tapahtumapäivät ja -ajat
- 3) yksityiskohtaiset tiedot havaituista vioista ja olosuhteista, joissa ne on havaittu. (SFS-EN 60849 1998, 24, 26.)

Määräaikaishuoltoa sekä äänijärjestelmän ja laitteiden uudelleentestausta varten tulee laatia dokumentoitu toimintaohje, joka on tehty järjestelmäsuunnittelijan ja laitevalmistajan ohjeiden mukaan sekä asiaa koskevien kansainvälisten ja kansallisten standardien mukaisesti. (SFS-EN 60849 1998, 26.)

Saatavilla tulee olla kovakantinen ylläpitokäsikirja, jossa annetaan yksityiskohtaiset työohjeet asennusten ja laitteistojen ylläpitotyötä varten oikean työskentelyjärjestyksen, suorituskykyvaatimusten ja kaikkien muiden tämän standardin tai muiden sovellettavien kansainvälisten tai kansallisten standardien mukaisesti. Käsikirjassa tulee esittää selvästi:

- a) Ylläpidon menetelmät.
- b) Kaikki ylläpitoon liittyvät työvaiheet ja niiden järjestys.

- c) Kaikkien ylläpitoa vaativien osien yksilöinti ja niiden sijainti piirustuksissa, esitettynä yhdessä valmistajan referenssinumeroiden kanssa, sekä materiaalien ja osien toimittajien osoitteet, puhelin- ja faksinumerot.
- d) Laite- ja materiaaliluetteloiden alkuperäiset versiot.
- e) Luettelo varaosista ja niiden sijainnista.
- f) Luettelo tarvittavista erikoistyykaluista ja niiden sijainnista.
Ylläpito-ohjeiden tulee sisältää myös:
- g) Vaaditut testaustodistukset viranomaista tai valtuutettua tarkastuselintä varten.
- h) Asennuspiirustukset. (SFS-EN 60849 1998, 26.)

4.2 Standardi SFS-EN 54 - 16

Standardissa määritellään rakennuksiin asennettavissa paloilmoittimissa käytettäviä äänievakuointikeskuksia koskevat vaatimukset, testausmenetelmät ja toimintavaatimukset. Standardissa on esitetty pakolliset toiminnot, jotka kaikissa paloilmoittimeen liitetyissä äänievakuointikeskuksissa tulee olla, sekä valinnaisia toimintoja, joihin liittyy vaatimuksia. (SFS-EN 54 - 16 2008, 12, 14.)

Paloilmoittimen äänievakuointijärjestelmä edellyttää äänievakuointikeskusta, jonka avulla hälytyssignaaleja ja paloilmoitusviestejä hallitaan. Äänievakuointikeskus voi olla erillinen yksikkö tai se voi olla fyysisesti yhdistetty paloilmoitin-keskukseen. (SFS-EN 54 - 16 2008, 12). Yleensä äänievakuointilaitteisto on rakennettu erilliseksi yksiköksi, koska sillä voi olla paljon muitakin toimintoja, jotka eivät liity äänihälytykseen. Äänihälytys on kuitenkin aina priorisoitu ylimmäksi toiminnoksi ohittaen kaiken muun sen hetkisen äänijärjestelmässä olevan toiminnan.

4.2.1 Yleiset järjestelmävaatimukset

Jos äänievakuointikeskukseen on sisällytetty valinnainen toiminto, jolle on asetettu vaatimuksia, tulee sen täyttää kaikki kyseistä toimintoa koskevat vaatimukset. (SFS-EN 54 - 16 2008, 22.)

Yhdistetyllä äänievakuointikeskuksella ja paloilmoitinkeskuksella voi olla yhteisiä käsikäyttöisiä hallintalaitteita ja ilmoituksia. Tässä tapauksessa paloilmoitinkeskuksen yksittäinen vika ei saa vaikuttaa haitallisesti äänievakuointikeskuksen toimintoihin. Äänievakuointikeskusten ulkopuolella tai niihin sisällytettyjen tehonlähteiden tulee olla standardin EN 54 - 4 vaatimusten mukaisia (SFS-EN 54 - 16 2008, 22.)

4.2.2 Näyttö ja toimintatilat

Äänievakuointikeskuksen tulee kyetä ilmaisemaan yksiselitteisesti järjestelmän valmiustila, äänievakuointitila ja vikailmoitustila. Erillisen valonäytön avulla tulee antaa näkyvä osoitus siitä, että äänievakuointikeskus on kytketty tehonsyöttöön. Jos äänievakuointikeskus antaa muita ilmoituksia, tulee niiden olla selkeästi tunnistettavissa eivätkä ne saa ohittaa äänievakuointikeskuksen ensisijaisia ilmoituksia. (SFS-EN 54 - 16 2008, 24.)

4.2.3 Äänievakuointitila

Äänievakuointikeskuksen tulee kyetä vastaanottamaan ja käsittelemään paloilmoitinkeskukselta, äänievakuointikeskuksen käsikäyttöisestä hallintalaitteesta tai molemmista tulevia hälytyssignaaleja ja tuottamaan niistä asianmukaiset äänievakuointisignaalit. (SFS-EN 54 - 16 2008, 24.)

Jos äänievakuointikeskus ja paloilmoitinkeskus ovat erillisissä koteloissa, niiden välisen siirtotien vikaantuminen ei saa johtaa järjestelmän hallinnan menettämiseen. Äänievakuointikeskuksessa voi olla toiminto, jonka avulla evakuointiviestit lähetetään vaihteittain eri hätäkaiutinalueille. Tämä on valinnainen toiminto, jolle on asetettu vaatimuksia. Jos paloilmoitinkeskus on laukaissut äänievakuointitilan, äänievakuointikeskuksen tulee reagoida asianmukaisesti paloilmoitinkeskukselta tulevaan hiljennys- tai palautuskomentoon. (SFS-EN 54 - 16 2008, 24, 26.)

4.2.4 Vikailmoitustila

Äänievakuointikeskuksen tulee kytkeytyä vikailmoitustilaan 100 sekunnin kuluessa viansyntymisestä, jos se vastaanottaa signaaleja, jotka voidaan tulkita viaksi. Seuraavat viat tulee ilmoittaa erillisillä valonäytöillä, aakkosnumeerisella näytöllä tai molemmilla:

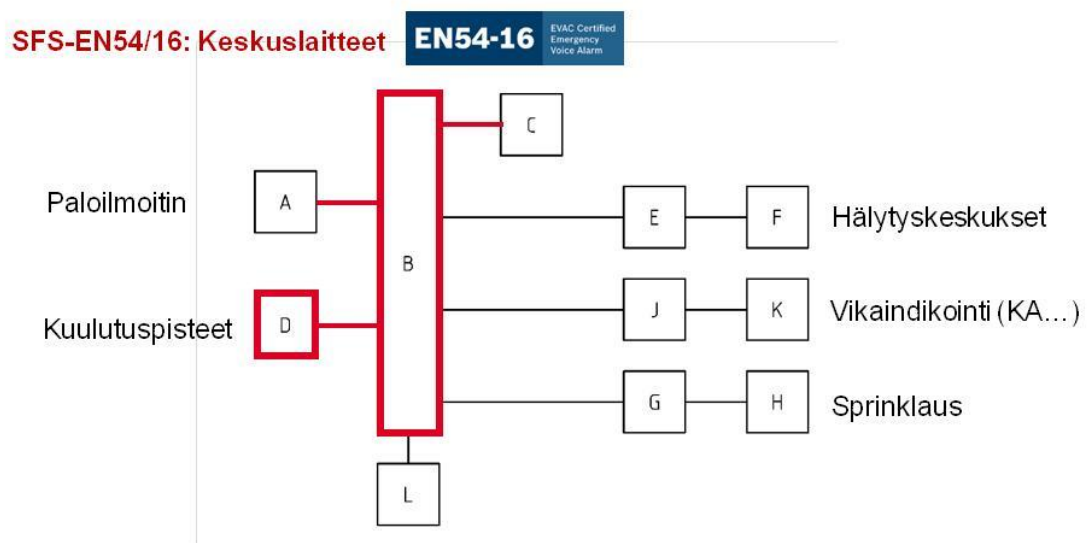
- a) vähintään yksi yhteinen näyttö, joka kertoo mistä tahansa tehonlähteen viasta, jonka aiheuttaa
 - 1) tehonlähteeseen johtavan siirtotien oikosulku tai katkos, jos tehonlähte on eri kotelossa kuin äänievakuointikeskus
 - 2) standardissa EN 54-4 määritellyt tehonlähteen viat
- b) vähintään yksi yhteinen näyttö, joka kertoo mistä tahansa alle 50 kΩ:n maasulusta, joka voi vaikuttaa pakolliseen toimintoon ja jota ei muulla tavoin ilmaista valvotun toiminnon vikana
- c) näyttö, joka ilmaisee minkä tahansa äänievakuointikeskuksessa olevan sulakkeen palamisen tai minkä tahansa siinä olevan suojalaitteen toiminnan, joka voi vaikuttaa johonkin pakolliseen toimintoon palohälytystilassa
- d) näyttö, joka ilmaisee kaikki sellaiset oikosulut tai katkokset useammassa kuin yhdessä kotelossa olevan äänievakuointikeskuksen osien välisissä siirtoteissä, jotka voivat vaikuttaa pakolliseen toimintoon ja joita ei muulla tavoin ilmaista valvotun toiminnon vikana. (SFS-EN 54 - 16 2008, 30.)

Seuraavat viat tulee ilmaista vähintään yleisen vikavaroitusnäytön avulla:

- a) kaikki oikosulut tai katkokset äänievakuointisignaalin siirtoteissä useammassa kotelossa olevan äänievakuointikeskuksen osien välillä, jos vika ei vaikuta pakolliseen toimintoon
- b) kaikki oikosulut ja katkokset hätämikrofonikapseliin menevässä äänievakuointisignaalin siirtotiessä, jos hätämikrofoni on asennettu
- c) kaikki oikosulut ja katkokset äänievakuointikeskuksen ja kaiuttimien välisessä äänievakuointisignaalin siirtotiessä myös silloin, jos vika ei vaikuta kaiuttimien toimintaan
- d) kaikki oikosulut tai katkokset äänievakuointikeskuksen ja palohälytyslaitteiden välisessä siirtotiessä

e) minkä tahansa tehovahvistimen häiriö. (SFS-EN 54 - 16 2008, 30.)

Kuviossa 8 punaisella korostetut kohdat kuvaavat standardin SFS-EN 54 - 16 vaatimuksia kriittisten signaaliteiden jatkuvasta valvonnasta äänievakuointijärjestelmässä.



Kuvio 8. Kriittisten signaaliteiden jatkuva valvonta äänievakuointijärjestelmässä (Tommi Portin 2014, 11.)

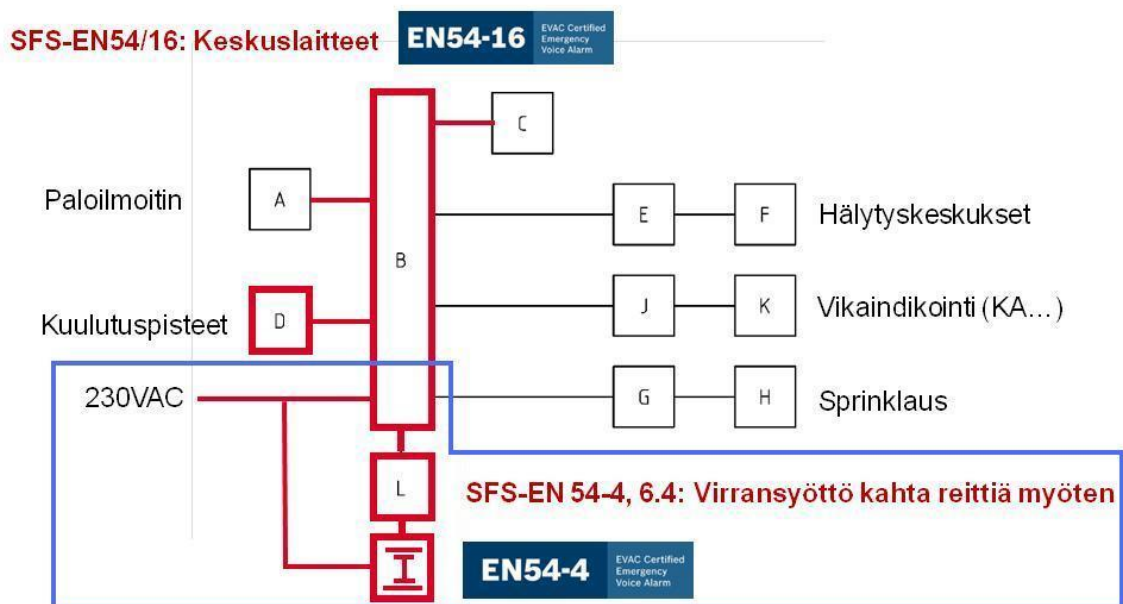
4.3 SFS-EN 54 - 4

Tehonsyöttölaitteistolla on oltava vähintään kaksi tehonlähdettä: päätehonlähde ja varatehonlähde. Päätehonlähteen on käytettävä yleistä sähköverkkoa tai vastaavaa järjestelmää. Ainakin yhden varatehonlähteen on oltava akku, jolle on oltava latauslaite, joka pitää akun täyteen ladattuna. (SFS-EN 54 - 4 2005, 14.)

Kun päätehonlähde on käytettävissä, sen on oltava paloilmittimen, tai tässä tapauksessa myös äänievakuointikeskuksen, ainoa tehonlähde, lukuun ottamatta akun valvontaan kuluva virta. Jos päätehonlähde vikaantuu, tehonsyötön on kytkeydyttävä automaattisesti varatehonlähteeseen. Kun päätehonlähde palautuu käyttöön, tehonsyöttölaitteiston on automaattisesti kytkeydyttävä takaisin siihen. Yhden tehonlähteen vikaantuminen ei saa aiheuttaa minkään muun te-

honlähteen vikaantumista eikä järjestelmän tehonsyötön vikaantumista. (SFS-EN 54 - 4 2005, 16).

Kuviossa 9. on esitetty standardin SFS-EN 54 - 4 vaatimukset virransyötön kahdentamiselle äänievakuointijärjestelmässä.



Kuvio 9. Virran syöttö kahta reittiä myöten äänievakuointijärjestelmässä (Tommi Portin 2014, 12.)

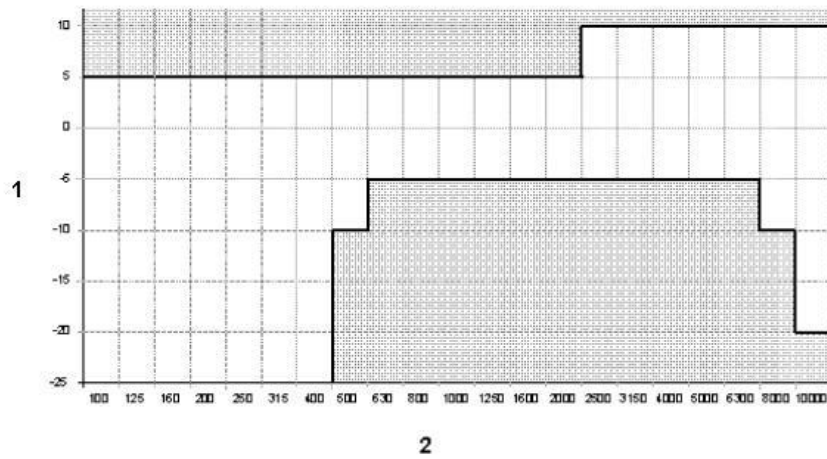
4.4 SFS-EN 54 - 24

Standardissa EN-54 - 24 määritellään vaatimukset hälytysjärjestelmien kaiuttimien vankkuudelle ja rakenteelle sekä niiden suorituskyvylle niissä ympäristö- ja mekaanisissa olosuhteissa, jollaisissa ne todennäköisesti tulevat toimimaan. (SFS-EN 54 - 24 2008, 12.)

Äänihälytysjärjestelmän kaiuttimien tulee täyttää akustiset vähimmäisvaatimukset sekä rakenteelliset ja ympäristövaatimukset, jotta ne voidaan luokitella sopivan käyttöön paloilmoitinjärjestelmien osana. Standardi EN-54 - 24 huomioi sen, että hälytysjärjestelmän kaiuttimien akustisen toiminnan vaatimukset riippuvat tilasta, johon kaiuttimet on asennettu. Sen vuoksi hälytysjärjestelmän kaiuttimille määritellään minimivaatimukset sekä menetelmät niiden toimintakyvyn

testaamiseksi laitevalmistajan antamien parametrien mukaisesti. (SFS-EN 54 - 24 2008, 12.)

Jotta hälytysjärjestelmän kaiutin olisi vaatimusten mukainen, tulee sen taajuusvasteen sisältyä kuvion 10 varjostamattomalle alueelle. (SFS-EN 54 - 24 2008, 12.)



Selite

- 1 suhteellinen taso [dB]
- 2 1/3 oktaavin kaistan keskitäajuus [Hz]

Kuvio 10. Taajuusvasteen rajat (SFS-EN 54 - 24 2008, 12.)

5 TARVESELVITYS

5.1 Hankkeen tarpeellisuus

Lapin keskussairaalassa on tullut esille äänievakuointijärjestelmän hankinta. Sairaalan nykyinen äänentoistojärjestelmä on pääosin alkuperäinen 1980-luvulta, joka alkaa olla jo elinkaarensa päässä. Äänentoistojärjestelmän päävahvistinyksikköön on ollut vaikea saada varaosia ja niitä on jouduttu jopa tekemään sairaalan henkilökunnan toimesta. (Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 2014.)

Äänievakuointijärjestelmän liittäminen nykyiseen äänentoistojärjestelmään ei tule täyttämään äänievakuointistandardien vaatimuksia, joten ainoa keino on päivittää koko äänentoistojärjestelmä vastaamaan nykypäivän vaatimuksia ja äänievakuointistandardeja.

Lapin keskussairaala on iso ja osin aika sokkeloinenkin rakennus, jonka vuoksi äänievakuointijärjestelmän asennus on perusteltua ihmisten turvallisuuden kannalta. Äänievakuointijärjestelmän avulla ison rakennuksen evakuoiminen voidaan toteuttaa nopeasti ja hallitusti.

5.2 Äänentoistojärjestelmän nykyinen tilanne

Sairaalan nykyinen äänentoistojärjestelmä on kuulutuksia ja ohjelman toistoa varten. Kaiutinverkosto on varsin laaja ja ohjelmantoistoalueitakin on runsaasti. Ohjelmakanavia on neljä, joista kolme on radiolähetyksille ja yksi pakkokuulutuksille. Järjestelmään on yhdistetty myös pikapuhelinlinjoja (PIPU), joilla voidaan tehdä paikallisia kuulutuksia eri osissa rakennusta. Pikapuhelimista ollaan vähitellen luopumassa, joten uuteen äänentoistojärjestelmään ei enää haluttu pikapuhelinliityntöjä. (Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 2014.)

Vuonna 2004 valmistuneen laajennusosan äänentoistojärjestelmä on vielä hyväkuntoinen ja toimiva, mutta ei täytä äänievakuointistandardeja. Järjestelmä on liitetty sairaalan äänentoiston pakkokuulutuslinjaan. (Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 2014.)

Lyhytkirurgian (LYHKI) osaston äänentoistojärjestelmä on saneerattu vuonna 2012 äänievakuointistandardin SFS-EN 60849 mukaisesti. Järjestelmä on liitetty sairaalan äänentoistojärjestelmän ohjelma- ja pakkokuulutuslinjaan. (Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 2014.)

Sairaalan kylkeen rakennetussa väliaikaisessa väistöilarakennuksessa on oma äänentoistojärjestelmä, joka on liittynyt sairaalan äänentoistojärjestelmän pakkokuulutuslinjaan. (Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 2014.)

5.3 Tarveselvitys käyttäjän näkökulmasta

Käyttäjän tarpeet on selvitetty käyttäjäpalavereissa ja tapaamisissa sairaalan henkilökunnan kanssa.

5.3.1 Peruslähtökohdat

Peruslähtökohtana äänievakuointijärjestelmän suunnittelussa on turvallisuus. Järjestelmän tärkein tehtävä on suojella ihmishenkiä.

Äänievakuointijärjestelmä tulee olemaan osana yleisäänentoistojärjestelmää, mutta sen ensisijainen tehtävä on toimia turvajärjestelmänä hälytystilanteissa.

5.3.2 Järjestelmän laajuus

Äänievakuointijärjestelmä tulee kattamaan koko Lapin keskussairaalan rakennuksen. Järjestelmä liittyy sairaalan lähistöllä oleviin yksiköihin pakkokuulutuslinjoin, jolloin myös niihin voidaan lähettää hätätilaviestejä ja kuulutuksia. Nykyi-

nen äänentoistojärjestelmä, lukuun ottamatta lyhytkirurgian osastoa ja väistörakennusta, uusitaan kokonaisvaltaisesti siten, että vanhat kuulutusjärjestelmän laitteet korvataan uusilla äänievakuointistandardien mukaisilla laitteilla ja toiminnoilla.

Lyhytkirurgian osaston äänentoistojärjestelmä on jo äänievakuointistandardin SFS-EN 60849 mukaisesti rakennettu, joten sitä ei uusita muuten, kuin liittämällä se uuden järjestelmän valvottuun pakkokuulutuslinjaan. Väistörakennuksen äänentoistojärjestelmä jää myös ennalleen, koska rakennus on rakennettu vain väliaikaiseksi väistötilaksi. Väistörakennus tullaan purkamaan, kun sen tiloille ei ole enää tarvetta. Väistörakennuksen äänentoistojärjestelmä tulee myös liittymään uuteen järjestelmään valvotulla pakkokuulutuslinjalla.

5.3.3 Kuulutukset ja ohjelma-alueet

Äänievakuointijärjestelmä toimii yleisäänentoistojärjestelmän kanssa rinnan ja ne ovat samaa laitteistoa, joten järjestelmän kautta tullaan lähettämään myös radio-ohjelmia ja yleiskuulutuksia. Radio-ohjelmia varten varataan kaksi ohjelmakanavaa entisen kolmen sijaan. Ohjelmantoistoalueet sijoitetaan odotustiloihin ja päivähuoneisiin, missä ihmiset oleskelevat. Joissain odotustiloissa radio-ohjelma toimii peittoäänenä, jotta potilaiden ja sairaalahenkilökunnan väliset keskustelut pysyisivät mahdollisimman intiimeinä.

Kuulutuksia varten asennetaan kuulutuskoje sairaalan neuvontaan, missä nykyinenkin kuulutuspiste sijaitsee. Kuulutuskojeen tulee mahdollistaa kuulutukset kuulusaluekohtaisesti koko sairaalarakennukseen ja lähistön muihin yksiköihin. Kuulutuskojeesta tulee pystyä käynnistämään ennalta nauhoitettuja hätätilaviestejä manuaalisesti. Kriittisimmät toiminnot kuulutuskojeessa suojataan kuulutuskojeeseen liitettävällä numeronäppäimistöllä ja suojakoodilla.

6 ÄÄNIEVAKUOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä suunnitelmassa on lähdetty tekemään tarjouskyselysuunnitelmaa Lapin keskussairaalalle hankittavasta äänievakuointijärjestelmästä. Tarjouskyselysuunnitelman avulla on tarkoitus saada toteutettavaan projektiin sitä teknisesti ja taloudellisesti parhaiten palveleva järjestelmäkokonaisuus. On pyrittävä luomaan selvät raamit hankittavalle järjestelmälle antamalla riittävät taustatiedot ja tekniset vaatimukset sekä laatutasotavoitteet, joita järjestelmältä odotetaan. (ST-Käsikirja 19 2004, 197.)

ST-Käsikirja 19 ohjeistaa seuraavasti:

Tarjouskyselysuunnitelman ei pidä olla liian yksityiskohtainen ja sidottu johonkin tiettyyn laitekantaan, jotta teknisesti tasavertaiset ratkaisut voitaisiin ottaa tasapuolisesti huomioon tarjousvertailussa. Näiden suunnitelmien asiakirjat tulisi laatia siten, että niissä määritellään itse järjestelmän ja sen laitteiden toiminnalliset, sähköiset ja sähköakustiset ominaisuudet ja tarjouksiin pyydetään liittämään mahdollisten laitetoimittajien alustavat ehdotukset näiden seikkojen toteuttamiseksi kunkin omien laitteiden standardien kannalta edullisimmalla ja tarkoituksenmukaisimmalla tavalla.

Jonkin tietyn järjestelmän tyypittämistä tulisi välttää, mutta se onnistuu vain siten, että tarjouskysely tehdään puhtailla pohjakuvilla, joissa ei ole esitetty järjestelmän laitteita eikä kaapelointeja. Pienemmissä kohteissa tämä saattaa olla hyvä toimintamalli, mutta isommissa ja monimutkaisemmissa kohteissa tarjouskyselyyn voi olla vaikea määritellä ne toiminnot ja vaatimukset, joita järjestelmän tilaaja ja käyttäjä haluavat.

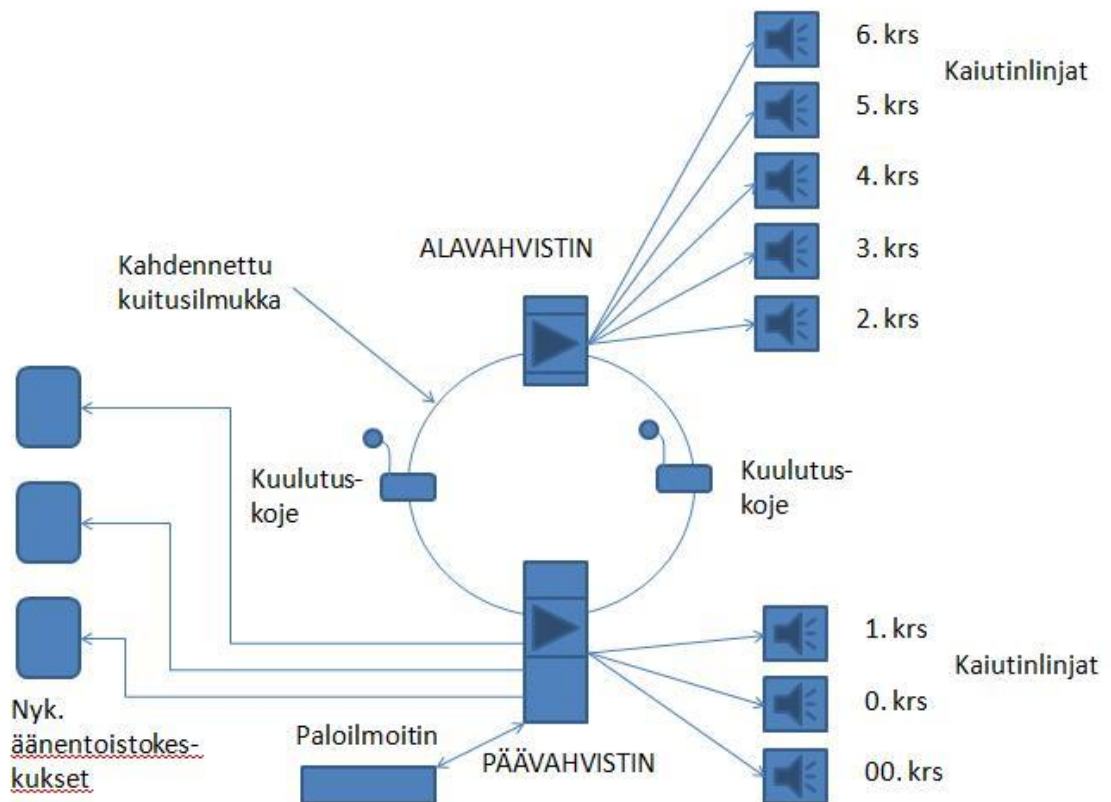
Markkinoilla olevien äänievakuointijärjestelmien laitteet ja toiminnot noudattavat perusperiaatteeltaan samaa kaavaa. Erot ovat pääasiassa keskuslaitetasolla ja tiedonsiirtokaapeloinnissa. Tässä suunnitelmassa äänievakuointijärjestelmän laitteet ovat tyypitetty Bosch Security Systemsin Praesideojärjestelmälle, koska tarjouskyselyssä on haluttu esittää tekniset arvot, jotka järjestelmän tulee täyttää. Tämä mahdollistaa myös sen, että muita järjestelmiä tarjoavat saavat mah-

dollisimman realistisen kuvan vaadituista teknisistä arvoista, kuten kaiuttimien avauskulmista ja vahvistimien tehoista.

6.1 Äänievakuointijärjestelmän rakenne

Järjestelmässä tulee olemaan kaksi keskuslaitteistoa: päävahvistinyksikkö ja alavahvistinyksikkö. Päävahvistinyksikkö toimii 00-, 0- ja 1 kerrosten kaiutinlinjojen liitäntäpaikkana ja muiden järjestelmien liityntäpisteenä. Alavahvistinyksikköön liitetään 2-6 kerrosten kaiutinlinjat. Kuviossa 11 nähdään äänievakuointijärjestelmän rakenne lohkokaaaviona.

Keskuslaitteet ja kriittisimmät kuulutuskojeet yhdistetään toisiinsa kahdennetuilla kuitulinjoilla, jolloin yhteyden katkeaminen yhdestä pisteestä ei vaikuta laitteiston toimintaan. Nykyiset, saneerauksen ulkopuolelle jäävät keskukset yhdistetään uuteen järjestelmään valvotuin 0 dB pakkokuulutuslinjoin ja pakkosyöttö-ohjauksin. Liitteessä 1 on esitetty Lapin keskussairaalan äänievakuointijärjestelmän runkokaapelointi.



Kuvio 11. Äänievakuointijärjestelmän rakenne lohkokkaaviona

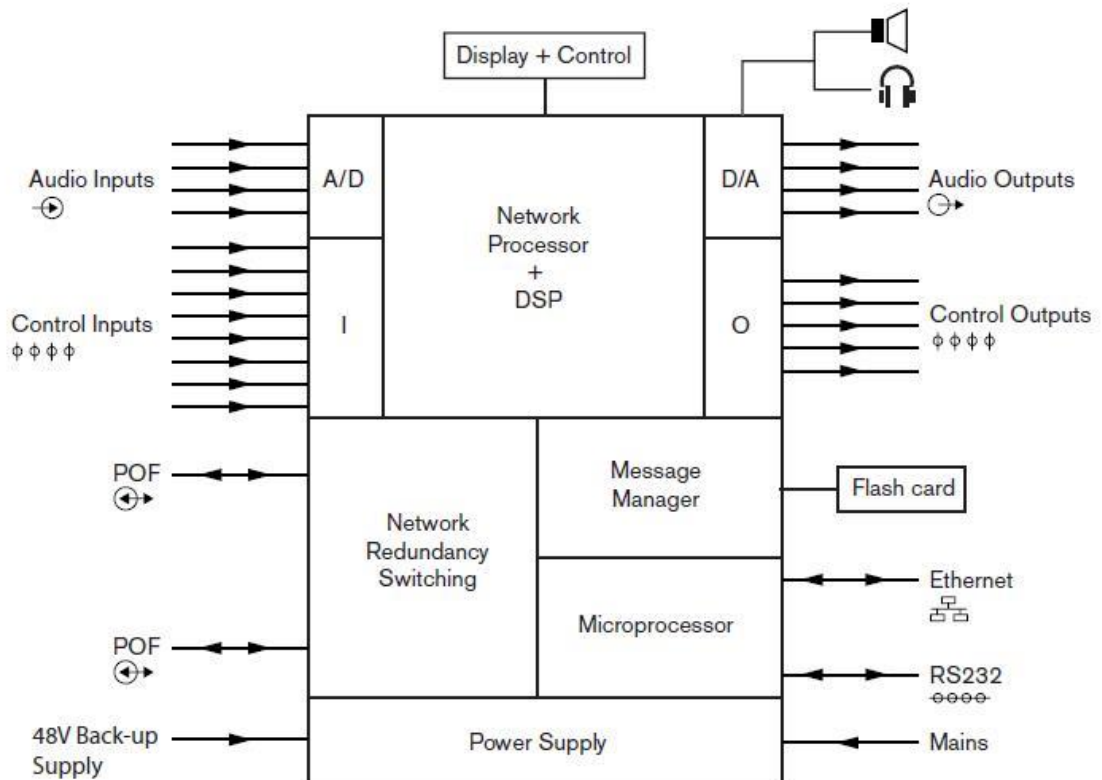
6.2 Keskuslaitteet

Päävahvistin- ja alavahvistinyksikön keskuslaitteet koostuvat digitaalisista Bosch Security Systemsin Praesideo järjestelmän laitteista. Liitteessä 2 nähdään lohkokkaavio keskuslaitteiden kokoonpanosta.

6.2.1 Keskusyksikkö

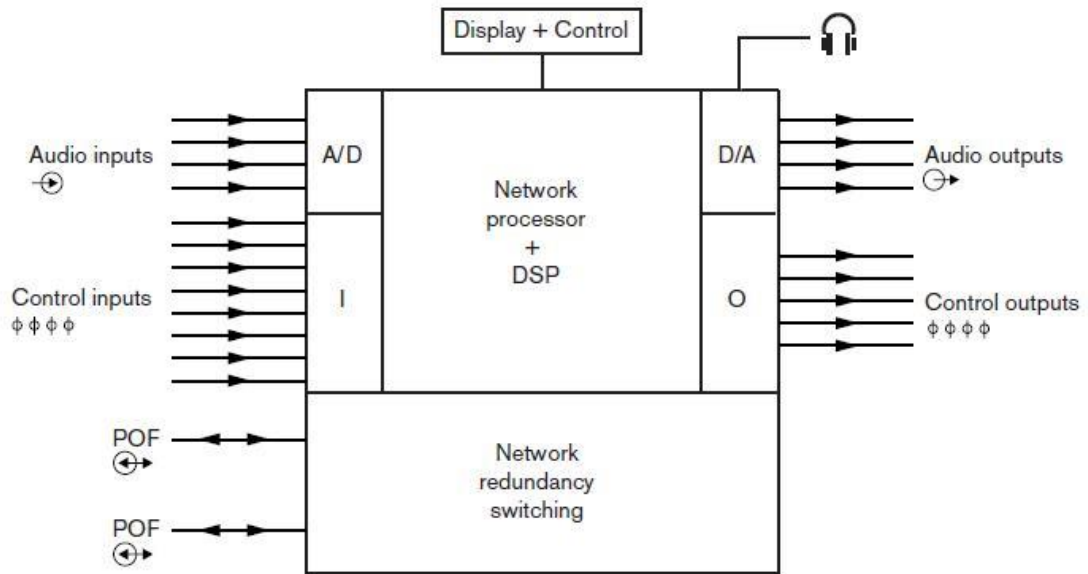
Järjestelmän sydämenä ja keskusyksikkönä toimii äänievakuointistandardin EN 54-16 mukainen TCP-IP-pohjainen ohjausyksikkö, joka yhdistetään sairaalan paikallisverkkoon ethernet-yhteydellä. Haluttuihin palvelimiin asennetaan kuulutus- ja lokikirjaohjelmistot, jotka mahdollistavat järjestelmän hallinnan internet-yhteyden yli. Ohjausyksikkö toimii myös ennalta nauhoitettujen evakuointiviestien tallennuspaikkana.

Ohjausyksikössä on kahdennetut liitännät kuitusilmukalle, joka toimii tiedonsiirtoväylänä kriittisten laitteiden välillä. Ohjausyksikössä on myös liitännät ohjaus tuloille ja lähdöille sekä 0 dB signaalien tuloille ja lähdöille. Kuviossa 12 nähdään ohjausyksikkö PRS-NCO3:n liitännät.



Kuva 12. Ohjausyksikön PRS-NCO3:n liitännät (Bosch Security Systems 2011, 83.)

Ohjausyksikkö tarvitsee myös laajennusyksikön LBB4402/00:n jolla saadaan lisättyä ohjaustulojen ja lähtöjen sekä 0 dB tulojen ja lähtöjen määrä. Laajennusyksikkö asennetaan myös alavahvistinkeskukseen, jossa se toimii keskusyksikkönä. Kuviossa 13 nähdään laajennusyksikön LBB4402/00:n liitännät.

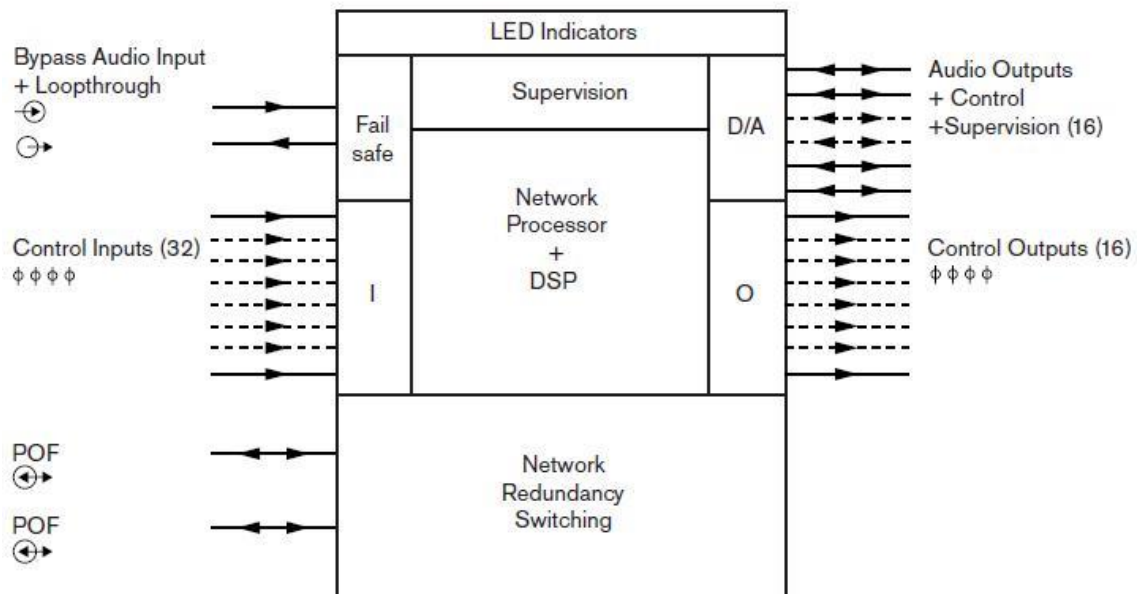


Kuvio 13. LBB4402/00:n liitännät. (Bosch Security Systems 2011, 106.)

6.2.2 Vahvistimet

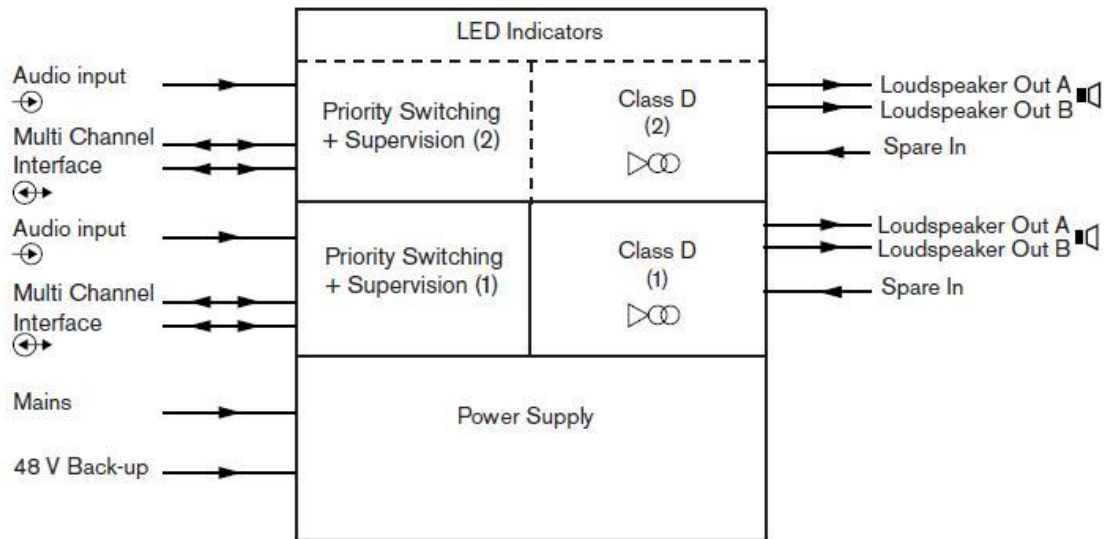
Järjestelmän pää- ja alavahvistinyksiköille tulee omat ohjelmavahvistimet viihdeohjelmien ja radiokanavien toistoon. Ohjelmavahvistimia ei yhdistetä kuitusilmukkaan, koska niitä ei katsota kriittisiksi laitteiksi ja ne ohitetaan äänievakuointitilassa muutenkin.

Kuulutuksia ja äänievakuointiviestejä varten keskukset varustetaan Praesideon D-luokan perusvahvistimilla sekä automaattisesti kytkeytyvillä varavahvistimilla. Vahvistimet ovat täysin valvottuja ja ne yhdistetään järjestelmän kahdennettuun kuitusilmukkaan monikanavaliitännän kautta. Monikanavaliitäntä on erillinen yksikkö, joka mahdollistaa perusvahvistimien liittämisen Praesideo-verkkoon. Kuviossa 14 nähdään PRS-126CI-monikanavayksikön liitännät.



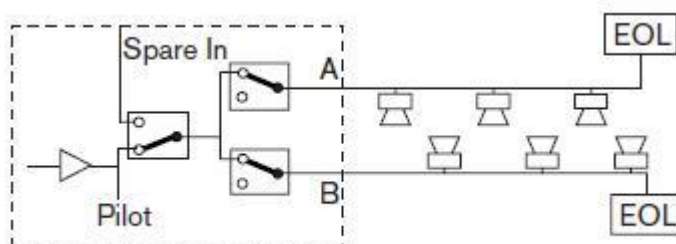
Kuvio 14. PRS-126CI-monikanavayksikön liitännät (Bosch Security Systems 2011, 157.)

Praesideon perusvahvistimissa on sisäänrakennettu lähtömuuntaja 70 V:n ja 100 V:n kaiuttimille. Siinä on erilliset ylikuormasuojatut A- ja B-ryhmän kaiutinliitännät, jotka tukevat A-luokan silmukajohdotusta. Kunkin kanavan erilliset A- ja B-ryhmät voi määrittää erikseen. Kuviossa 15 nähdään Praesideon perusvahvistimen liitännät.



Kuvio 15. Praesideon perusvahvistimen liitännät (Bosch Security Systems 2011, 166.)

Kuviossa 16 on esitetty perusvahvistimen kaiuttimälähdön toiminta. Kahdennettu kaiutinkaapelointi liitetään vahvistimen A ja B lähtöihin. Jos jompaankumpaan kaiuttimelinjaan tulee vaikkapa oikosulku, kytkeytyy lähtö pois päältä. Kahdenne-
tun kaapeloinnin ansiosta saman kaiuttimalueen toinen linja jää vielä toiminta-
kuntoon. Jos lähdön vahvistin jostain syystä vikaantuu, siirtyy lähtö kuvassa
näkyvästä "Pilot" asennosta "Spare In" varavahvistin asentoon. Tällöin äänisig-
naalit tulevat yhteisen varavahvistimen kautta.

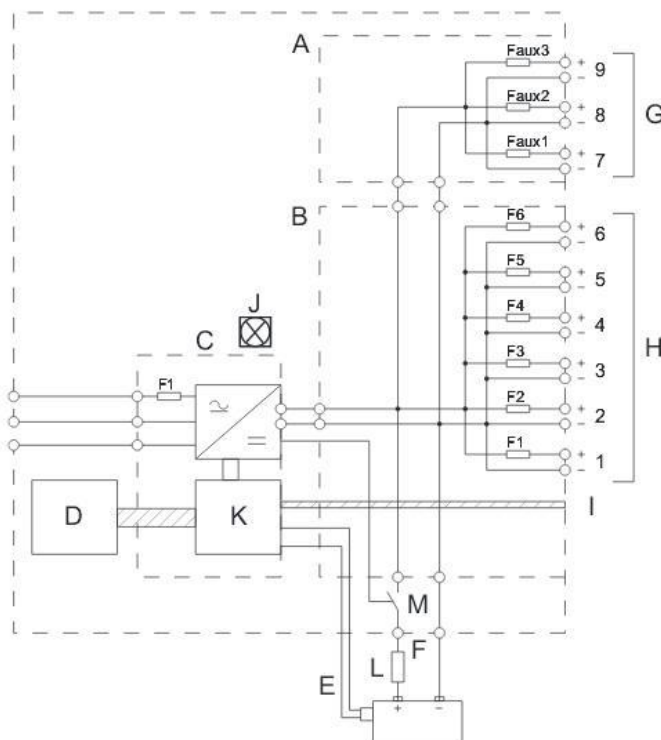


Kuvio 16. Praesideon perusvahvistimen kaiuttimälähtö. (Bosch Security Systems 2011, 172.)

6.2.3 Varatehonlähde

Kummallekin vahvistinyksikölle hankitaan EN 54 - 4 mukainen varatehonlähde. Tehonlähteenä toimii akusto, jota ladataan EN 54 - 4 mukaisella PRS-48CH12 48 V-laturilla. Varavirtalähteen akuston tulee pystyä syöttämään äänievakuointilaitteiston vaatiman virran äänievakuointitilassa 30 minuutin ajan. Järjestelmän ensisijainen tehonsyöttö otetaan varavoimalla varmistetusta verkosta, jolloin sähkökatkotilanteessa laitteisto on varatehonlähteen varassa vain muutaman sekunnin ajan, kunnes varavoima alkaa syöttää jännitettä verkkoon.

Kuviossa 17 nähdään PRS-48CH12 48 V-laturin kytkentäkaavio. Vahvistimille ja ohjausyksiköille tarkoitetut lähdöt ovat merkitty H-kirjaimella. Muut laitteet, kuten kuulutuskojeet ja kuitumuuntajat voidaan liittää G-kirjaimella merkittyihin lähtöihin.



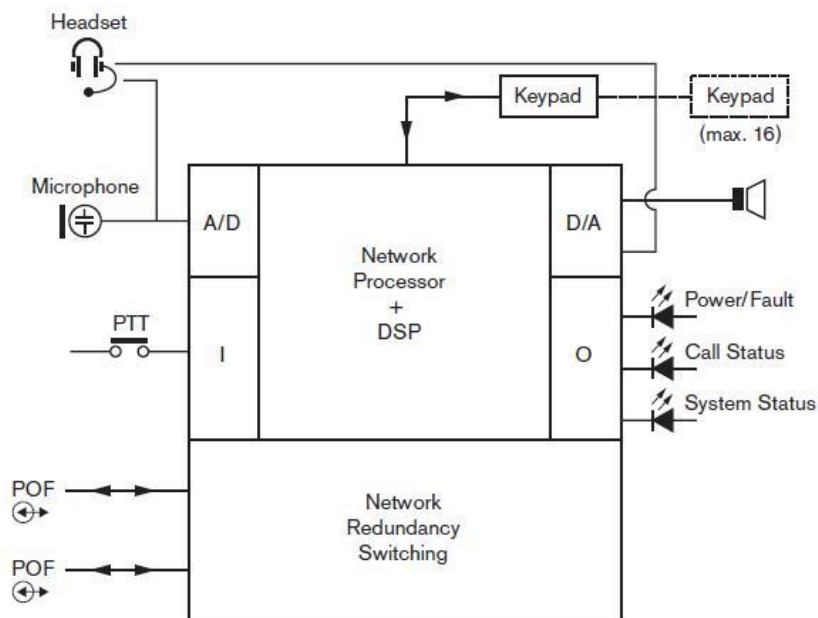
Kuvio 17. Varatehonlähde PRS-48CH12:n ohjauskaavio. (Bosch Security Systems 2014, 6.)

6.3 Kuulutuskojeet

Järjestelmään liitetään kuulutuskojeet yleis- sekä hätäkuulutuksia varten. Kriittisimmät kuulutuskojeet ovat kiinteistön pääkuulutuskoje ja palokunnan kuulutuskoje. Pääkuulutuskoje sijoitetaan neuvontaan, mistä yleiskuulutukset kuulutetaan. Palokunnan kuulutuskoje sijoitetaan palokunnan hyökkäysreitille paloilmittimen käyttölaitteen viereen.

6.3.1 Pääkuulutuskoje

Standardin EN 54 - 16 mukainen pääkuulutuskoje on varustettu valvotulla taipuvakaulaisella mikrofonilla sekä puhepainikkeella, tarkkailukaiuttimella ja kuulokemikrofoniliitännällä. Kuulutuskojeeseen liitetään painikkeisto jolla voidaan tehdä manuaalisia tai ennalta tallennettuja kuulutuksia mille tahansa määritetylle kuulutusalueelle. Kuviossa 18 nähdään kuulutuskojeen LBB 4430/00:n liitännät. (Bosch Security Systems 2014, 1.)



Kuvio 18. kuulutuskojeen LBB 4430/00:n liitännät. (Bosch Security Systems 2011, 203.)

6.3.2 Palokunnan kuulutuskoje

Standardin EN 54 - 16 mukainen palokunnan kuulutuskoje (palomieskeskus) on varustettu valvotulla radiopuhelin tyyppisellä tangenttimikrofonilla. Kuulutuskojeella voi etäkäynnistää hätä- tai varoitusviestejä sekä tehdä suoria kuulutuksia. (Bosch Security Systems 2014, 1). Kuviossa 19 nähdään palokunnan kuulutuskoje LBB1995/00.



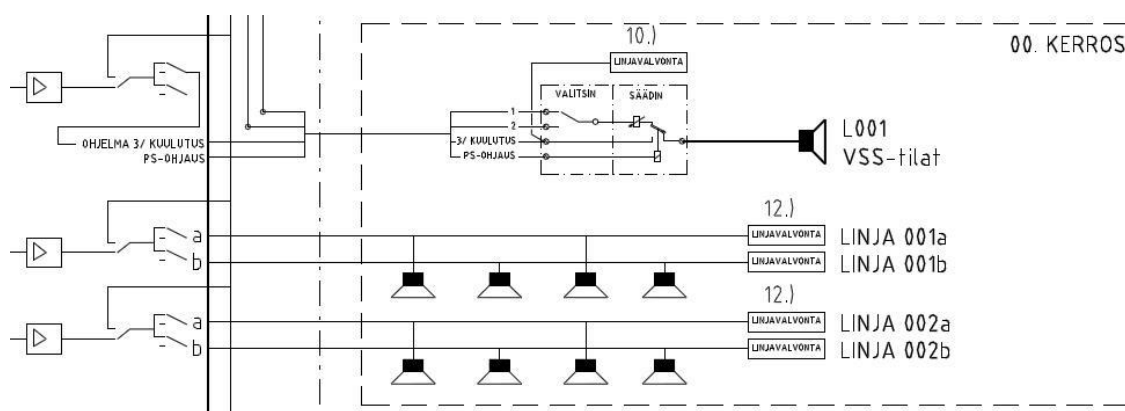
Kuvio 19. Palokunnan kuulutuskoje LBB1995/00 (Bosch Security Systems 2014, 1.)

6.4 Kaapelointi

Vahvistinyksiköiden välinen tiedonsiirto toteutetaan kahdennetuin kuitulinjoin. Kaiutinlinjojen, 0 dB-linjojen ja ohjausten runkokaapeleina käytetään pääasias-
sa JAMAK-kaapeleita. 0 dB- ja ohjauslinjat varustetaan linjamittauksilla mahdol-
listen vikojen havaitsemiseksi. Liitteessä 1 on esitetty Lapin keskussairaalaan
suunniteltu äänievakuointijärjestelmän runkokaapelointi.

Kaiutinlinjat, joissa siirretään viihdettä, kaapeloidaan JAMAK 4x(2+1)x0,5+0,5
kaapeleilla. Linja tarvitsee kaksi johdinparia viihdekanaville, yhden parin kuulu-
tukselle sekä yhden parin pakkokuulutusreleelle. Pakkokuulutusreleellä mahdol-
listetaan kuulutussignaalin ohjaus äänenvoimakkuussäätimen ja ohjelmanvalit-
simen ohi suoraan kaiutinlinjaan. Kuulutuslinjat, joissa ei siirretä viihdettä tarvit-
sevat vain yhden johdinparin ja ne kaapeloidaan KLMA 2x0,8+0,8 kaapeleilla.
Kaiutinlinjat päätetään linjanvalvontayksiköillä LBB4443/00, jotka eivät tarvitse

omia paluujohtimia keskukselle, vaan ne lähettävät valvontainformaationsa kaiutinlinjaa pitkin äänentoistokeskukselle. Linjavalvontayksiköt kytetään joko linjan viimeiselle kaiuttimelle tai linjan viimeiselle äänenvoimakkuussäätimelle. Linjavalvontayksiköillä valvotaan vain kuulutuskanavat, ei viihdekanavia. Kaapelointi toteutetaan kahdennettuna, jotta yksittäisen vahvistimen tai kaiutinkaapeloinnin vikaantuminen ei aiheuttaisi kyseisen kaiutinryhmän peittoalueen menettämistä kokonaan. Kuviossa 20 on esitetty kahdennetun kaapeloinnin ja linjavalvonnan periaate.



Kuvio 20. Kahdennetun kaapeloinnin ja linjavalvonnan periaate

6.5 Kaiuttimet

KaiutINVALINNOISSA perehdyttiin kaiuttimien teknisiin ominaisuuksiin ja Bosch Security Systemsin kaiutinlaskentaohjelmaan. Laskelmia tehdessä kaiuttimien erot tulivat hyvin selville.

Kaiutinlaskentaohjelmaan syötetään tilan mitat, taustamelun määrä ja seuraavat tekniset arvot:

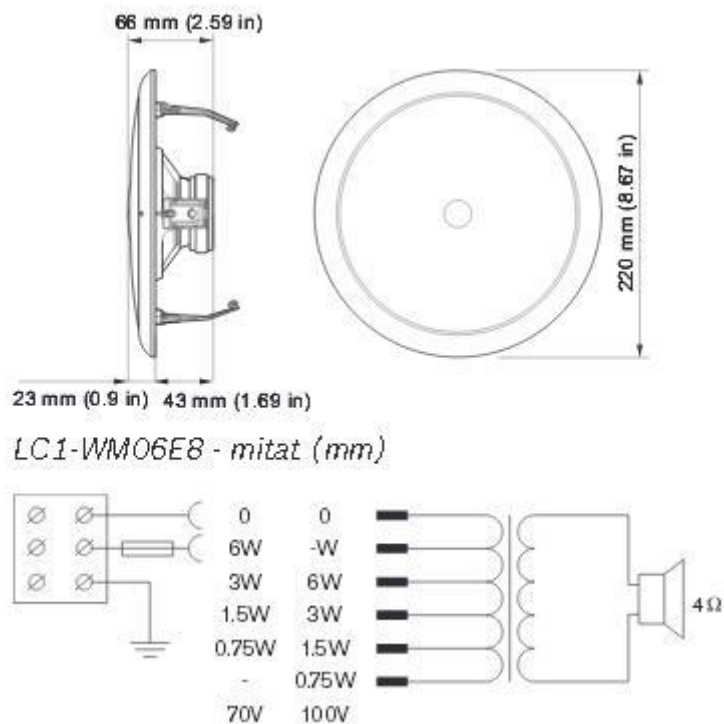
- Oktaavikaistan herkkyys 1W/1m
- Oktaavikaistan avauskulma 1 kHz ja 4 kHz taajuudella

Matalissa käytävätiloissa kaiuttimen avauskulman merkitys tulee hyvin esille. Jos avauskulma on arvoltansa pieni, joutuu kaiuttimia asentamaan tiheämmin, jotta äänikenttä saadaan tasaiseksi. Kuviossa 21 on havainnollistettu kaiuttimen avauskulman merkitys äänikentän tasaisuuteen.



Kuvio 21. Kaiuttimen avauskulman merkitys äänikentän tasaisuuteen (Tommi Portin 2014, 24.)

Käytävien ja oleskelualueiden kaiuttimeksi valittiin Bosch Security Systemsin modulaarinen EN 54-24 mukainen kaiutin LC1-WM06E8. Sairaalan käytävät ovat varsin matalia alaslaskettujen kattojen vuoksi. Kattokorkeus käytävillä on keskimäärin 2,3 m ja aulatiloissa 3 m. Kaiuttimen laaja avauskulma 180- ja 128 astetta 1- ja 4 kHz taajuuksilla parantaa tilannetta matalissa tiloissa. Kuviossa 22 nähdään kaiuttimen LC1-WM06E8 mitat ja kytkentäkaavio. (Bosch Security Systems 2014, 5.)



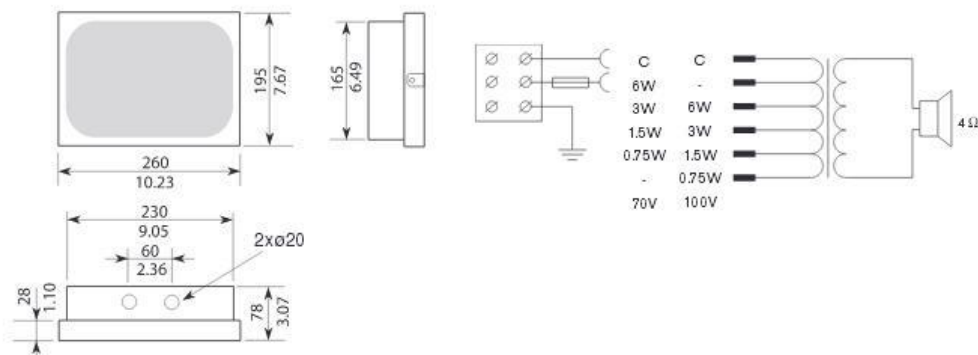
Kuvio 22. Kaiuttimen LC1-WM06E8 mitat ja kytkentäkaavio (Bosch Security Systems 2014, 5.)

Uppoon asennettavat LC1-WM06E8 kaiuttimet varustetaan erillisellä metallisella MDF-palokuvulla (kuvassa 22. vasemmalla), jolla kaiuttimen yläpinta saadaan tiivistettyä standardin EN 54 - 24 vaatimuksien mukaisesti IP 21C-luokkaan. Asennettaessa kaiutin pinta-asennuksena, käytetään LC1-CSMB-pinta-asennuskoteloä (kuviossa 23. oikealla).



Kuvio 23. MDF-palokupu ja pinta-asennuskotelo kaiuttimelle LC1-WM06E8 (Bosch Security Systems 2014, 3.)

Tiloihin, joissa kattoasennus ei ole mahdollista tai järkevää, valittiin kaiuttimeksi Bosch Security Systemsin EN 54 - 24 mukainen LBC 3018/01-metallikotelokaiutin. Kaiuttimen avauskulma 120- ja 88 astetta 1- ja 4 kHz taajuuksilla antaa hyvän äänenpainetason vaakasuuntaan asennettaessa. Kuviossa 24 nähdään kaiuttimen LBC 3018/01 mitat ja kytkentäkaavio. (Bosch Security Systems 2014, 1.)



Kuvio 24. Kaiuttimen LBC 3018/01 mitat ja kytkentäkaavio (Bosch Security Systems 2014, 2.)

7 RISKIANALYYSI

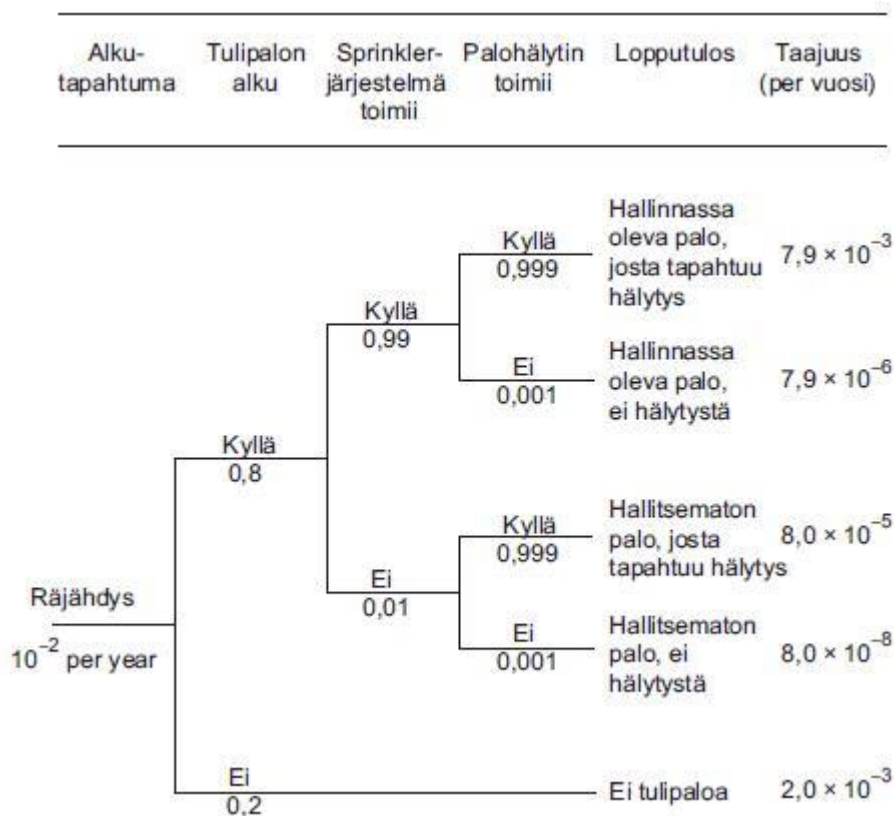
7.1 Perusteita

Riskianalyysiin kuuluu käsityksen muodostaminen riskistä sekä tunnistettujen riskitapahtumien seurausten ja niiden todennäköisyyksien määrittäminen, ottamalla huomioon onko niitä ja kaikkien olemassa olevien hallintakeinojen tehokkuus. Riskianalyysi sisältää normaalisti arvion erilaisista mahdollisista seurauksista, jotka voivat syntyä tapahtumasta, tilanteesta tai olosuhteesta. (SFS-EN 31010 2013, 22.)

Riskianalyysimenetelmä voi olla laadullinen, semi-kvantitatiivinen tai määrällinen. Tässä työssä päädyttiin laadulliseen tapahtumapuuanalyysiin, joka auttaa ideoimaan mahdollisia ennusteita ja alkutapahtumaa seuraavia tapahtumaketjuja miten erilaiset toimenpiteet, esteet tai hallintakeinot vaikuttavat lopputulokseen. (SFS-EN 31010 2013, 94.)

7.2 Tapahtumapuuanalyysi

Tapahtumapuuanalyysiä voidaan käyttää mallintamiseen, laskemiseen ja erilaisten onnettomuusskenaarioiden luokitteluun. Kuviossa 25 on esimerkki tapahtumapuusta, jossa pahentavat ja lieventävät tapahtumat ovat esitetty vastena alkutapahtumaan ottamalla huomioon lisäjärjestelmät ja esteet. (SFS-EN 31010 2013, 94.)



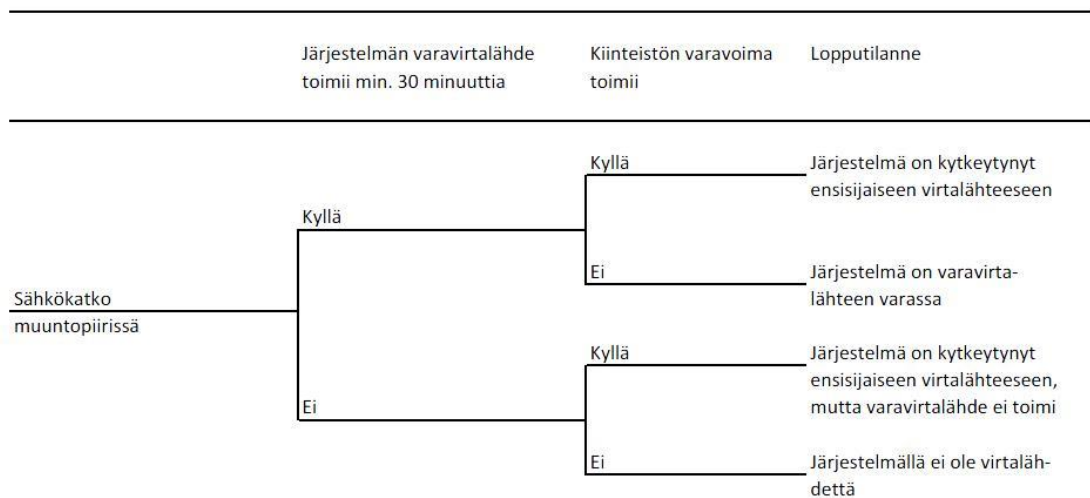
Kuvio 25. Esimerkki tapahtumapuusta (SFS-EN 31010 2013, 94.)

Tapahtumapuu aloitetaan valitsemalla alkutapahtuma. Tämä voi olla sähkökatko tai vaikkapa räjähdys, kuten kuviossa 24 on esitetty. Toiminnot ja järjestelmät, jotka ovat käytössä lieventämään seurauksia, luetellaan sitten järjestyksessä. Jokaiselle toiminnolle tai järjestelmälle piirretään viiva esittämään niiden onnistumista tai epäonnistumista. Kyseinen yksittäinen epäonnistumisen todennäköisyys voidaan merkitä kullekin viivalle ehdollisena todennäköisyytenä, joka voi olla asiantuntijoiden arvioima tai vikapuuanalyysistä saatu. Tässä työssä ei käytetty, eikä laskettu todennäköisyyshakemistoja, koska saatavilla ei ollut luotettavaa tilastodataa.

7.3 Riskianalyysi äänievakuointijärjestelmälle Lapin keskussairaalassa

Äänievakuointijärjestelmän riskianalyysi toteutettiin laadullisella tapahtumapuu-analyysillä. Tarkastelun alle otettiin sähkönsyöttöjärjestelmät ja äänentoistokeskusten välinen tiedonsiirtoyhteys. Sähkönsyöttöjärjestelmän riskianalyysissä alkutapahtumana on sähkökatko, joka tapahtuu yhdellä kiinteistön keskijänni-

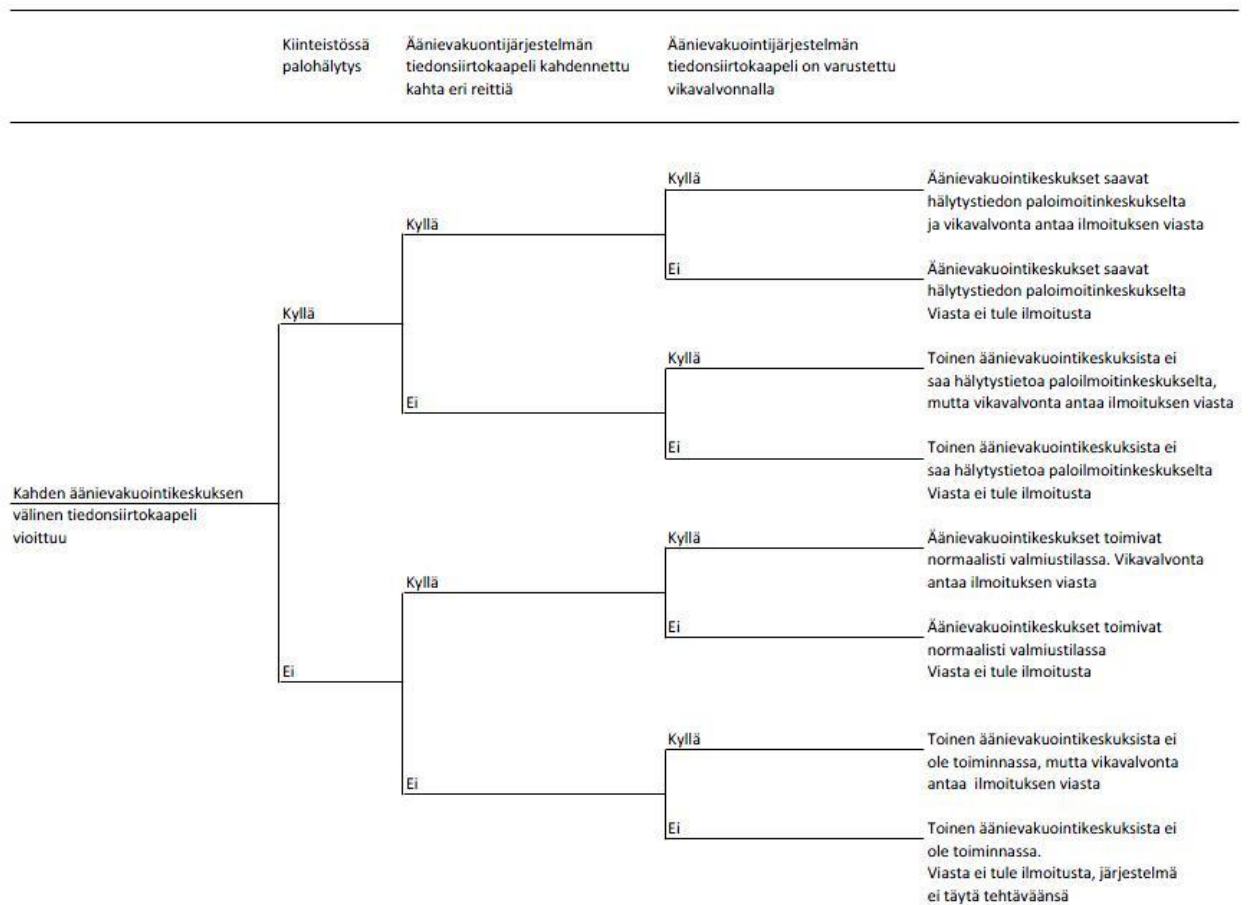
temuuntajista. Tämä aiheuttaa jännitekatkon siinä osassa rakennusta, missä äänievakuointikeskus sijaitsee. Jännitekatkossa äänievakuointikeskuksen ensisijainen tehonlähde siirtyy automaattisesti varatehonalähteelle. Varavoiman käynnistyessä varatehonalähde kääntyy automaattisesti takaisin ensisijaiselle tehonlähteelle, jolloin äänentoistokeskus on varavoiman varassa. Kuviossa 26 nähdään tapahtumapuuanalyysi sähkökatkotilanteesta.



Kuvio 26. Tapahtumapuuanalyysi sähkökatkostatilanteessa

Riskianalyysin perusteella äänievakuointijärjestelmän kriittisin osa sähkönsyöttöjärjestelmässä on varavirtalähde. Jännitekatkon tapahtuessa kiinteistön varavoiman kytkeytymisessä menee joitain sekunteja aikaa, jolloin varavirtalähteen automaattinen syötönvaihto on ratkaisevassa osassa järjestelmän toimintaa.

Riskianalyysissä tarkasteltiin myös äänievakuointijärjestelmän keskuslaitteiden välisen tiedonsiirtoyhteyden katkeamisen vaikutuksia. Kuviossa 27 on esitetty tapahtumapuuanalyysi tilanteesta, jossa kahden äänievakuointikeskuksen välinen tiedonsiirtokaapeli vioittuu. Puukaaviossa on esitetty tapahtumat palohälytys- ja normaalitilanteelle.



Kuvio 27. Tapahtumapuuanalyysi tiedonsiirtokaapelin vioittuessa

Riskianalyysin perusteella äänievakuointijärjestelmän tiedonsiirtoyhteyden vioittumisella voidaan menettää suuria osia järjestelmän peittoalueesta. Tiedonsiirtoyhteyden kahdentaminen ja vikavalvonta parantaa järjestelmän varmuutta merkittävästi.

Yhteenvedona riskianalyysissä tulleista tuloksista voitaisiin sanoa, että sähkönsyöttöjärjestelmien osalta äänievakuointijärjestelmän toiminta on turvattu mahdollisen sähkökatkoksen aikana. Huonoimmassa tapauksessa äänievakuointijärjestelmä tulee olemaan oman varavirtalähteensä varassa 30 minuuttia, mutta todennäköisyys tälle on hyvin pieni.

Riskianalyysissä nähdään myös kahden äänievakuointikeskuksen tiedonsiirtoyhteyden kahdentamisen vaikutukset. Kahta eri reittiä kulkeva tiedonsiirtokaapeli mahdollistaa toimivan yhteyden, jos toinen kaapeleista vioittuu. Markkinoilla

on järjestelmiä, missä äänievakuointikeskusten välinen tiedonsiirto kulkee yhtä vikavalvottua kaapelia pitkin, jolloin kaapelivian sattuessa järjestelmästä tulee hälytys, mutta yhteys toiseen keskukseen ei toimi. Tällöin on vaarana, että toisen äänievakuointikeskuksen peittoalue menetetään kokonaan hälytystilanteessa.

8 KUNNOSSAPITO

Äänievakuointijärjestelmän määräaikaishuoltoa ja laitteiden uudelleentestausta varten tulee olla laadittu dokumentoitu toimintaohje, joka on tehty järjestelmäsuunnittelijan ja laitevalmistajan ohjeiden mukaan sekä asiaa koskevien kansainvälisten ja kansallisten standardien mukaisesti. Suositeltavaa on, että järjestelmälle tehdään vähintään kaksi määräaikaistarkastusta joka vuosi. Menettelyn jatkuvan oikean suorittamisen varmistamiseksi on nimettävä tästä vastaava henkilö. (SFS-60849 1998, 26.)

Erilaisilla järjestelmätoimituksen jälkeisillä ylläpito- ja huoltosopimuksilla pyritään varmistamaan järjestelmän luotettava toiminta ja se, että järjestelmän laitteisto pysyy uudenveroisessa kunnossa. Säännöllisesti tehtävillä sopimushuolloilla on ennaltaehkäisevä vaikutus vikojen syntyyn, jolloin käyttäjillä on varmuus laitteiston toimintakunnosta ja siitä, että laitteiston toiminta ei keskeydy puutteellisen huollon tai varaosien saatavuuden takia. (ST-Käsikirja 19 2004, 250.)

Tässä työssä suunniteltu äänievakuointilaitteisto liitetään ethernet-yhteydellä sairaalan verkkoon ja haluttuun palvelimeen asennetaan lokikirjaohjelmisto, jolla voidaan tarkkailla järjestelmän tilaa ja järjestelmästä tulleita ilmoituksia, esimerkiksi hälytyksiä. Järjestelmän ohjelmointi ja lokitietojen luku mahdollistetaan internetin yli valtuutetusta huoltopisteestä suojatun VPN-Client-yhteyden kautta.

Kun äänievakuointijärjestelmä on osana paloilmoitinjärjestelmää, olisi hyvä, että molempien laitteistojen kunnossapito ja huolto tehtäisiin samaan aikaan, koska ne ovat periaatteessa samaa turvajärjestelmää. Ongelmaksi voi muodostua se, että paloilmoitinjärjestelmällä on yleensä oma huolto ja ylläpitosopimus paloilmoitintoihin valtuutetun huoltoyrityksen kautta ja äänievakuointijärjestelmän huoltosopimus on tehty äänentoistojärjestelmän toimittajan kanssa.

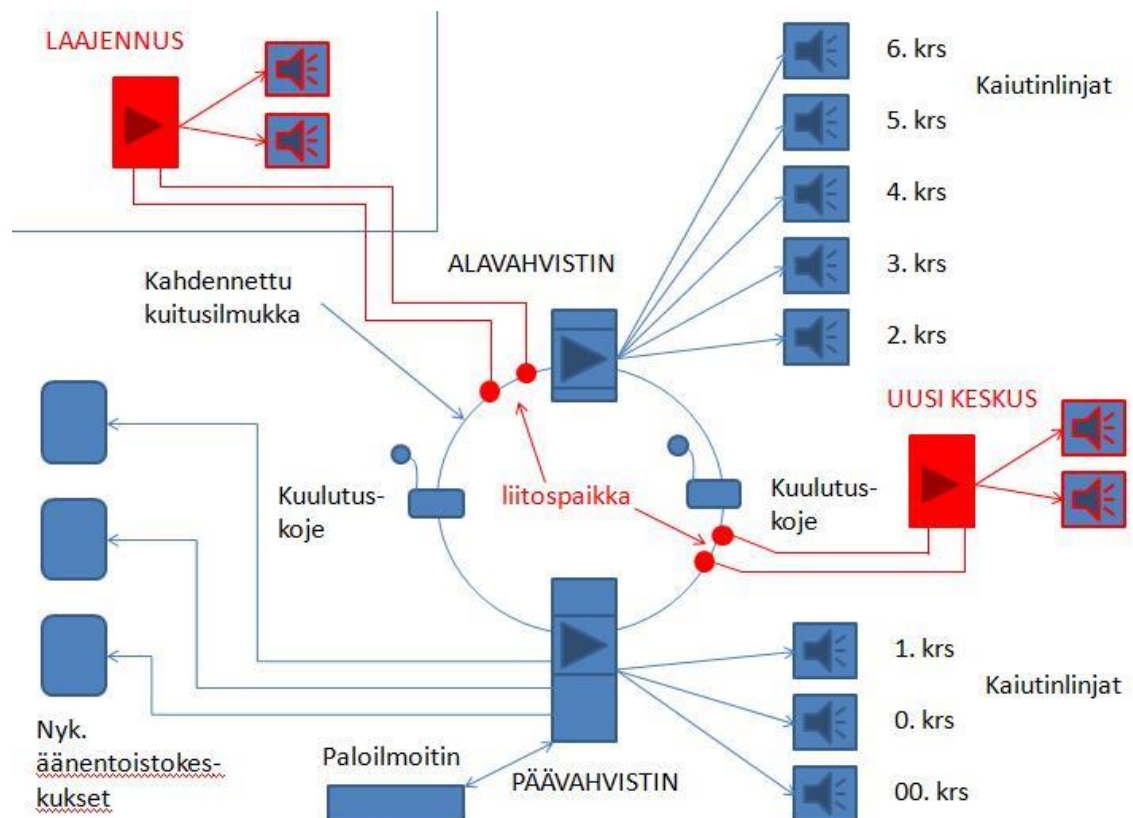
Äänievakuointilaitteiston kunnonvalvontaa helpottavana ominaisuutena voidaan pitää äänievakuointistandardeissa vaadittu automaattinen vikavalvonta. Ää-

nievakuointikeskuksen tulee kytkeytyä vikailmoitustilaan 100 sekunnin kuluessa viansyntymisestä, jos se vastaanottaa signaaleja, jotka voidaan tulkita viaksi. (SFS-EN 54 - 16 2008, 28). Automaattinen vikavalvonta ei saa kumminkaan korvata ennakoivaa kunnossapitoa, jossa tarkkaillaan ja huolletaan myös laitteiston ulkopuolisia osia.

9 ÄÄNIEVAKUOINTIJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Kun suunnitellaan järjestelmäsaneerausta, joka vuosien ajan tulee elämään rinnan kiinteistön muutoksissa ja laajennuksissa, on syytä ottaa huomioon järjestelmän elinkaari ja tekniikka, jotta se olisi käyttökelpoinen vielä vuosikymmeniä eteenpäin. Äänentoistojärjestelmien tekniikka menee eteenpäin kokoajan, mutta tietyt perusratkaisut ovat ja pysyvät markkinoilla vielä vuosia.

Tässä työssä on pyritty siihen, että hankittava äänievakuointijärjestelmä olisi mahdollisimman helposti laajennettavissa tulevaisuuden saneeraus ja laajennusprojekteissa. Järjestelmän tiedonsiirto on suunniteltu toteutettavaksi kahdennetulla kuitulinjoilla. Tulevaisuudessa äänievakuointijärjestelmien uudet keskukset liittyvät kuitusilmukkaan aina sitä mukaa, kun niitä rakennetaan. Kuviossa 28 on esitetty miten uudet äänievakuointikeskukset liittyvät järjestelmän kahdennettuun kuitusilmukkaan.



Kuvio 28. Äänievakuointikeskusten liittyminen tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa hankittavat äänievakuointijärjestelmien laitteet tulisi olla samaa laitekantaa olemassa olevan järjestelmän kanssa. Tämä mahdollistaa kaikista parhaimman järjestelmäintegraation ja järjestelmän hallittavuuden. Jos hankitaan eri valmistajien järjestelmiä, niin ne eivät todennäköisesti keskustele keskenään ohjelmistotasolla, mikä taas poistaa sen mahdollisuuden, että järjestelmää voisi hallita verkon kautta täydellisesti. Samassa laitekannassa pysyminen helpottaa myös kunnossapitoasioita, kun asiat voidaan hoitaa yhdellä huoltosopimuksella.

10 POHDINTA

Aloittaessani tämän työn tekemisen, äänievakuointijärjestelmä ei ollut minulle mitenkään kovin tuttu asia. Tuli hieman yllätyksenäkin, miten paljon järjestelmiä on asennettu Suomessa. Äänievakuointijärjestelmien hyödyt on tiedostettu ja niitä asennetaan yhä enenevässä määrin.

Voitaisiin kuvitella, että siellä missä tarvitaan kuulutuksia ja äänentoistojärjestelmää, on kynnys äänievakuointilaitteiston hankkimiselle matalampi, kuin rakennuksessa, jossa ei ole tarvetta kuulutuksille ja äänentoistolle. Nämä kaksi järjestelmää tulevat melkein samassa paketissa, jolloin uutta rakennettaessa tai kokonaisvaltaista äänijärjestelmän saneerausta tehdessä on äänievakuointilaitteiston hankinta järkevää. Äänievakuointilaitteiston lisääminen olemassa olevaan äänentoistojärjestelmään on vaikeaa, eikä se todennäköisesti täytä standardien vaatimuksia.

Äänievakuointijärjestelmän suunnitteleminen vaatii perehtymistä koko laitteistoon aina kaiuttimista keskuslaitteisiin. Kaiuttimilla tulee saada aikaan tarpeeksi hyvä peittoalue ja äänenpainetaso, jotta kuulutukset ja evakuointiviestit olisivat mahdollisimman selkeästi tulkittavissa. Keskuslaitteiden osalta äänievakuointistandardit määrittelevät pitkälti laitteiden toiminnalliset vaatimukset, mutta suunnittelussa tulee selvittää, miten ohjaukset, signaalien siirrot ja ulostulot ovat toteutettu. Järjestelmätoimittajilla voi olla erilaisia toteutusratkaisuita näiden toteuttamiseksi.

Äänievakuointijärjestelmän toiminta on yhtä luotettava kuin sen heikoin lenkki. Tässä työssä pyrittiin minimoimaan riskit, jotka voisivat aiheuttaa äänievakuointijärjestelmän hallinnan- tai peittoalueen menettämisen. Kaiutin- ja tiedonsiirto-
linjat pyrittiin kahdentamaan kahta eri reittiä, jotta yksittäinen vika linjassa ei aiheuttaisi peittoalueen menetystä kokonaan. Riskianalyysissä tutkittiin myös sähkönsyöttölaitteiston vikatilanteita ja tultiin siihen tulokseen, että suunniteltu sähkönsyöttöjärjestely on riittävän varma.

LÄHTEET

- Bosch Security Systems 2011. Praesideo 3.5 Installation and User Instructions. Hakupäivä 03.11.2014.
http://resource.boschsecurity.com/documents/UII_3.5_version_User_Guide___Instruction_Book_enUS_10349409803.pdf
- Bosch Security Systems 2014. Modulaariset LC1-kattokaiuttimet. Hakupäivä 03.11.2014.
http://resource.boschsecurity.com/documents/Data_sheet_fiFI_1924358923.pdf
- Bosch Security Systems 2014. LBC 3018/01 -metallikotelokaiutin. Hakupäivä 03.11.2014.
http://resource.boschsecurity.com/documents/Data_sheet_fiFI_18014400410752267.pdf
- Bosch Security Systems. Äänievakuointi Tommi Portin. Hakupäivä 01.11.2014.
<http://www.sppl.fi/files/1905/Bosch.pdf>
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Helsinki: Tammi.
- Jyväskylän yliopisto, tutkimusstrategiat, laadullinen tutkimus. Hakupäivä 3.12.2014.
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>
- Metodix, Konstruktiivinen tutkimusote. Hakupäivä 11.12.2014.
http://www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/lukka_const_research_app/kooste
- Ojasalo, S., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2009. Kehittämistyön menetelmät. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2013. Standardi SFS-EN 31010 Riskien hallinta. Riskienhallintamenetelmät.
- Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2008. Standardi SFS-EN 54-16 Paloilmoittimet. Osa 16: Äänihälytyksen hallinta- ja osoituslaitteet.
- Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2008. Standardi SFS-EN 54-24 Paloilmoittimet. Osa 24: Kuulutusjärjestelmien komponentit. Kaiuttimet.
- Suomen standardoimisliitto SFS Ry. 2005. Standardi SFS-EN 54-4 + A1 + A2 + AC Paloilmoittimet. Osa 4: Teholähteet.
- Suomen standardoimisliitto SFS ry. 1998. Standardi SFS-EN 60849 Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön.

Sähkötieto ry. 2004. ST-Käsikirja 19 Äänentoistojärjestelmät.

Tilastokeskus, laadullisen ja määrällisen tutkimuksen erot. Hakupäivä 3.12.2014
<http://tilastokeskus.fi/virsta/tkeruu/01/07/>

Yleisäänentoiston- ja äänievakuointijärjestelmän käyttäjäpalaverit 1.10.2014 ja 30.10.2014. Lapin keskussairaala.

LIITTEET

- Liite 1. Tarveselvityksen dokumenttirunko
- Liite 2. Äänentoistojärjestelmän runkokaapelointi (salattu)
- Liite 3. Äänentoistojärjestelmän lohkokaavio (salattu)

Kohde XXXXX
Osoite XXXXX
Aika XXXX

Tarveselvitys XXXXXX

Mukana: XXX XXXX, yksikkö, tehtävä/nimike
 XXX XXXX, yksikkö, tehtävä/nimike
 XXX XXXX, yksikkö, tehtävä/nimike

1. Peruslähtökohdat
 - 1.1 Lähtökohta järjestelmän hankinnalle
 - 1.2 Nykyinen tilanne
 - 1.3 Potilaat
 - 1.4 Henkilökunta
 - 1.5 Vieraat
 - 1.6 Turvallisuus
2. Yleisäänentoiston tarpeet
 - 2.1 Pääkuulutus
 - 2.2 Erilliskuulutus
 - 2.3 Ohjelma
 - 2.4 Ohjelma-alueet
3. Äänievakuointijärjestelmä
 - 3.1 Laajuus
 - 3.2 Tekniset tavoitteet
 - 3.3 Evakuointiviestien laukaisu
 - 3.4 Evakuointiviestien kohdentaminen
 - 3.5 Palomiehen kuulutuskoje
- 4.

Tarveselvitysrunkoa voidaan jatkaa koko suunnitteluprosessin ajan. Seuraavissa palaverissa käytyt asiat lisätään dokumentin jatkoksi.